



KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH GmbH

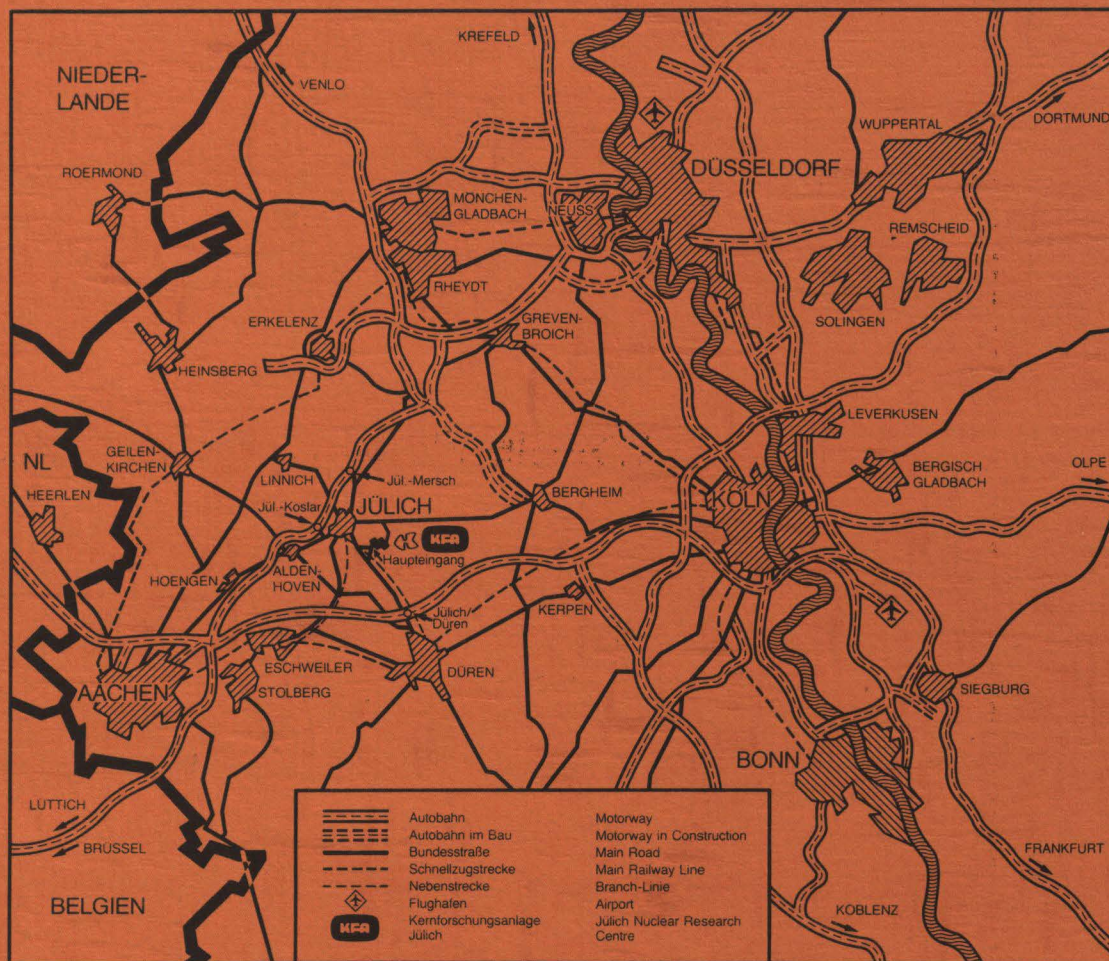
Zentralinstitut für Angewandte Mathematik

Lokale Rechnernetze 1982

von
S. Trencseni

Jül - Spez - 182
November 1982

ISSN 0343-7639



Als Manuskript gedruckt

Spezielle Berichte der Kernforschungsanlage Jülich – Nr. 182

Zentralinstitut für Angewandte Mathematik Jül - Spez - 182

Zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich GmbH
Postfach 1913 · D-5170 Jülich (Bundesrepublik Deutschland)
Telefon: 02461/610 · Telex: 833556 kfa d

Lokale Rechnernetze 1982

von
S. Trencseni

Der vorliegende Bericht ist während eines Gastaufenthaltes am Zentralinstitut für Angewandte Mathematik der KFA erarbeitet worden. Für die Bemühungen um das Zustandekommen dieses Gastaufenthaltes wird Herrn Dr. F. Hoßfeld herzlich gedankt.

Der Bericht ist in einer Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des Zentralinstituts für Angewandte Mathematik entstanden. Die Kapitel über Herstellernetze und Normungsarbeit hat Herr W. Elmenhorst geschrieben. Bei der Erstellung der Literatur-Datenbank waren Frl. P. Gansen und Herr L. Zander behilflich; das Retrieval-System hat Herr L. Zander programmiert. Der Autor bedankt sich bei Frl. J. Docter und Herrn H. Peters für die Korrekturen und für die geduldige Verbesserung seiner deutschen Sprachkenntnisse. Besonderer Dank gilt Herrn Dr. D. Conrads und Herrn H. E. Moritz für wertvolle inhaltliche Anregungen.

INHALT

1.0	Zielsetzung	3
2.0	Klassifikation lokaler Rechnernetze	4
2.1	Merkmale eines lokalen netzes	4
2.2	Kriterien für die Klassifikation von lokalen Rechnernetzen	7
2.2.1	Einsatzgebiet	7
2.2.2	Kommerzielle Verfügbarkeit	8
2.2.3	Topologie	9
2.2.4	Physikalische Eigenschaften der Übertragung	15
2.2.4.1	Medium	15
2.2.4.2	Kabellänge	18
2.2.4.3	Multiplexverfahren (Basisband oder Breitband)	18
2.2.4.4	Anzahl der Endeinheiten, Bitrate	22
2.2.5	Vermittlungstechnik	23
2.2.6	Zugangsmethode zum Übertragungsmedium	26
2.2.6.1	Auswahltechniken	27
2.2.6.2	Reservierungsmethoden	29
2.2.6.3	Random Access Methoden	31
2.2.7	Angewandte Protokolle	34
2.2.7.1	Data-Link-Protokolle	38
	Data-Link-Protokolle im Vergleich	39
2.2.7.2	Netzwerkprotokolle	45
	Virtual Circuit Service und Datagram Service	45
	Virtual Circuit und Datagram	46
	Wegsteuerung (Routing)	48
	Verstopfungskontrolle (Congestion Control)	49
	Die X.25 Schnittstelle	50
	Nicht Punkt-zu-Punkt Subnetze	54
	Broadcast-Bus-Netze	54
	Breitbandnetze	55
	Ring-Netze	56
	Zeitmultiplex Leitungsvermittlungsnetze (PBX, CBX)	56
	Der IEEE 802 Standard	57
2.2.7.3	Transportprotokolle	63
	Data Link Layer - Transport Layer im Vergleich	63
	Prozeß-Adressierung	64
	Multiplexen	64
	Namen Zuordnung (Naming)	65
	Pufferverwaltung und End to End Flußmengensteuerung	65
	Anschluß an fremde Netze (Internetworking)	67
	Session-Ebene	70
	Der XEROX Internet Transport Protocol Standard	71
	Transport und Session Layer von NETEX	77
2.2.7.4	Anpassungsprotokolle	81
	Virtual Terminal Protokolle	82
	Virtual File Protokolle	84
	Network Job Entry	86
2.2.7.5	Die Anwendungsebene	87
	Distributed Data Base Systems	87
	Distributed Computing	90
	Netzwerk-Betriebssysteme und verteilte Betriebssysteme	90
3.0	Klassifikation bekannter Systeme in Tabellen	92
4.0	Nähere Beschreibung einiger Netze	107

lokale Rechnernetze

4.1	Der systemnahe Bereich (Backend Networks)	108
4.1.1	Loosely Coupled Network, LCN von Control Data	108
4.1.1.1	Steckbrief LCN	108
4.1.1.2	Systembeschreibung	109
4.1.2	Die HYPERnet Produktfamilie (Network Systems Corp.)	111
4.1.2.1	Steckbrief HYPERchannel	111
4.1.2.2	Das Systemkonzept	113
4.1.2.3	HYPERcache - die netzweite Speicherkapazität	113
4.1.2.4	Steckbrief HYPERbus	115
4.1.2.5	Das Systemkonzept	116
4.1.2.6	Anwendungsbeispiele	117
4.1.2.7	Leistungsbewertung	123
4.2	Ethernet-kompatible Produkte	126
4.2.1	Ethernet von Xerox	126
4.2.1.1	Steckbrief Ethernet	126
4.2.1.2	Das Konzept von XEROX	127
4.2.1.3	Netzwerkssystem Xerox 8000	127
4.2.2	Net/One von Ungermann-Bass	129
4.2.2.1	Steckbrief Net/One	129
4.2.2.2	Systembeschreibung	130
4.2.3	Weitere Ethernet-kompatible Produkte	132
4.2.3.1	Siemens Kommunikationssystem EMS 5800	132
4.2.3.2	DECNET Phase IV	133
4.2.3.3	Ethernet-Produkte von Intel	134
4.2.3.4	UNET von 3COM	134
4.2.3.5	Ethernet-Produkte von INTERLAN	136
4.2.3.6	Leistungsbewertung von Ethernet	136
4.3	Einzelentwicklungen in Forschungszentren	137
4.3.1	AMOS am IPP-Garching	137
4.3.1.1	Steckbrief AMOS	137
4.3.1.2	Systembeschreibung	138
4.3.2	HMINET2 in Berlin	142
4.3.2.1	Steckbrief HMINET2	142
4.3.2.2	Systembeschreibung	143
4.3.3	LOCHNESS für Prozeßüberwachungszwecke	147
4.3.3.1	Steckbrief LOCHNESS	147
4.3.3.2	Systembeschreibung	148
4.4	Breitbandnetze	150
4.4.1	Wangnet	150
4.4.1.1	Steckbrief Wangnet	150
4.4.1.2	Systembeschreibung	151
4.4.1.3	Systemanalyse	154
4.4.2	Localnet von Sytek	155
4.4.2.1	Steckbrief Localnet	155
4.4.2.2	Systembeschreibung	156
4.4.2.3	Localnet Internetworking	159
4.4.2.4	System Analyse	161
4.5	Ring-Netze	162
4.5.1	Cambridge Ring	162
4.5.1.1	Steckbrief Polynet	162
4.5.1.2	Systembeschreibung Polynet	163
4.5.1.3	Weitere Cambridge Ring Systeme	165
4.5.1.4	Ring-Netze von Prime, Hasler und IBM	167
4.6	Vernetzung von Mikrorechnern und Personalrechnern	170
4.6.1	Z-Net von Zilog	170
4.6.1.1	Steckbrief Z-Net	170
4.6.1.2	Systembeschreibung	171
4.6.2	Cluster/One von Nestar	173
4.6.2.1	Steckbrief Cluster/One	173

lokale Rechnernetze

4.6.2.2	Systembeschreibung	174
4.6.3	Weitere Mikrorechnernetze	175
5.0	Hersteller-Netze im Vergleich: SNA, TRANSDATA, DECNET	176
5.1	SNA	177
5.1.1	SNA-Hardwarekomponenten	177
5.1.2	SNA-Softwarekomponenten	177
5.1.3	Mögliche SNA - Netzkonfigurationen	177
5.1.4	SNA - Protokolle im Vergleich zum ISO - Modell	179
5.1.5	Leistungen des SNA-Netzes	180
5.2	Transdata	181
5.2.1	Transdata - Hardwarekomponenten	181
5.2.2	Transdata - Softwarekomponenten	181
5.2.3	Mögliche TRANSDATA Netzkonfigurationen	181
5.2.4	TRANSDATA - Protokolle im Vergleich zum ISO-Modell	182
5.2.5	Leistungen eines TRANSDATA-Netzes	183
5.3	Decnet	184
5.3.1	Decnet - Hardware Komponenten	184
5.3.2	Decnet - Software Komponenten	184
5.3.3	Mögliche Decnet - Netzkonfigurationen	184
5.3.4	Decnet-Protokolle im Vergleich zum ISO-Modell	185
5.3.5	Leistungen des DECNET's	186
5.4	Gateways zu anderen Netzen	187
6.0	Normungsarbeit	189
6.1	"Who is who" bei der Normen-Entwicklung	190
6.2	Entscheidungsfindung in der ISO	193
6.3	Normungsbestrebungen für LAN's	195
7.0	Literatur	196

1.0 ZIELSETZUNG

Die Studie ist ein einleitender Schritt zu den geplanten Tätigkeiten im ZAM, die darauf ausgerichtet sind, die erweiterte rechentechnische Kapazität des Rechenzentrums in ein einheitliches lokales Netz mit der Möglichkeit des Anschlusses von Experimentrechnern zu integrieren.

Ziel der Studie ist es, eine Übersicht über realisierte lokale Rechnernetze zu geben. Sie ist tendenzfrei, sofern sie sich nicht auf die hinsichtlich einer Anwendung in der KFA relevanten Systeme oder Marktprodukte beschränkt. Die Zusammenstellung der lokalen Randbedingungen und die Auswertung der Anforderungen erfolgen in einer späteren Phase.

Neben der praxisorientierten Beschreibung der einzelnen Netze befasst sich die Arbeit mit den realisierten Systemen schwerpunktmäßig nach folgenden Aspekten:

- * Übertragungstechnik
- * Übereinstimmung mit den internationalen Standardisierungsbestrebungen
- * Verhältnis zur Hierarchie des ISO Referenzmodells
- * Dienstleistungen aus der Sicht des Benutzers
- * Angewandte Protokolle

2.0 KLASSEFIKATION LOKALER RECHNERNETZE

Einer der sich am dynamischsten entwickelnden Bereiche der Datenkommunikation ist zweifellos der Bereich lokale Rechnernetze. Vor drei Jahren konnte ein Benutzer an einer Hand die Angebote abzählen. Allein im Jahre 81 wurden mehr als ein Dutzend Produkte allein in der USA vorgestellt; die Anzahl verfügbarer Netzprodukte stieg damit auf über hundert an. Von welchem Anspruch wird ein solches Wachstum generiert? In den hochentwickelten Industriestaaten arbeiten mehr als 50% aller nicht produktiv Tätigen im Bürobereich. Durch die Expansion der Mikroprozessortechnologie erhielten die Bürogeräte eine entsprechende Intelligenz. Wo diese intelligenten Geräte miteinander kommunizieren können, entsteht deren hochwertige Organisationsform und neue Funktionen werden realisierbar:

- * Alternativer Zugang zu unterschiedlichen Ressourcen aus einer Benutzerstation
- * Geteilter Zugriff auf kostspielige und deswegen gemeinsame Ressourcen
- * Die ökonomische Verbesserung der Effektivität, der Zuverlässigkeit und der Verfügbarkeit durch den Ausbau und verteilte Nutzung redundanter Fähigkeiten.

Bürotechnik, das größte Marktsegment, zieht die Entwicklung anderer Kommunikationsbereiche durch die forcierte Wirtschaftlichkeit mit sich.

2.1 MERKMALE EINES LOKALEN NETZES

Was ist eigentlich ein lokales Netz?

Das ISO ad-hoc Komitee gab im Juli 81 in Berlin folgende Definition:

"Ein lokales Rechnernetz ist ein Netzwerk für bit-seriellen Informationsaustausch zwischen aneinander angeschlossenen, voneinander unabhängigen Geräten. Es steht unter Jurisdiktion des Benutzers und ist auf dessen Gelände beschränkt."

Das IEEE Local Network Committee, auch bekannt als IEEE Projekt 802, definiert ein lokales Netz als eines, das

"sich von anderen Datennetzen darin unterscheidet, daß die Kommunikation meistens begrenzt ist auf einen geographisch kleineren Bereich, wie z.B. ein Bürogebäude, ein Warenhaus oder ein Campus. Die Kommunikation erfolgt über einen physikalischen Kanal mit mäßiger bis hoher Rate und mit entsprechend niedriger Fehlerrate."

In dieser Studie wird ein lokales Netz an Hand seiner technischen

Merkmale definiert; m. E. ist eine derartige Definition aussagefähiger. Es wird im weiteren eine charakteristische Untermenge herausgehoben und zum Kontrast lokale Netze von Fernübertragungsnetzen abgegrenzt.

Die wichtigsten technischen Merkmale eines lokalen Netzes können also folgendermaßen zusammengefaßt werden:

- * Begrenzung der räumlichen Ausdehnung auf privates Gelände. (Ohne Unterordnung unter postalische Vorschriften); Entfernungen unter 10 km, in der Regel sogar unter 2;
- * Die Verwendung eines gemeinsamen, relativ breitbandigen Übertragungsweges mit Übertragungsraten von einigen 10 kbit/s bis einigen 10 Mbit/s;
- * Kurze Antwortzeiten: Die Nachrichtenverzögerung liegt unter 10 msec
- * Die Nutzung des Übertragungsweges durch einige zehn bis zu einigen hundert eigenständigen Endstationen;
- * Starke Bestrebung, auf zentrale Steuerung der Übertragung zu verzichten, stattdessen weitgehend dezentrale Zugriffsteuerung durch einheitliche Zugriffseigenschaften, mit denen alle angeschlossenen Stationen versehen sind.
- * In jeder Instanz eingebrachter, wirksamer Mechanismus zur Vermeidung oder zur Erkennung und Auflösung von Kollisionen.
- * Offenheit im technischen Sinne: Die Möglichkeit des Anschlusses weiterer Stationen im allmählichen Netzausbau (Erweiterungen und Änderungen ohne Betriebsunterbrechung durchführbar);
- * Datenaustausch in einem Netzspezifischen Standardformat
- * Billige und sichere Kommunikation. Als Kosten treten nur Installations- und Wartungskosten auf, die Kommunikationskosten sind von Entfernung, Geschwindigkeit oder Datenmenge unabhängig. (Das Maß ist: Anschlußkosten pro Terminal (also pro Benutzer)).

Darüberhinaus läßt sich eine Untermenge der lokalen Rechnernetze abgrenzen, die spezielle, charakteristische Merkmale besitzt: der sogenannte Systemnahe Bereich.

- * Sehr hohe Übertragungsraten, typisch 50 Mbit/s. Die Geschwindigkeit der Schnittstellen ist an spezielle Ein/Ausgabe-Kanäle des Hochleistungsrechners angepasst.
- * Die Übertragungsleistung des Kommunikationsmediums ist meistens schlecht ausgenutzt (unter 5%).
- * Die Anzahl der Verbindungen ist gering, unter 100, typisch 10.
- * Die Kommunikationsentfernung liegt meist unter 100 m, z.B.

innerhalb eines Rechenzentrums.

- * Die Schnittstellen (Adapter) sind relativ teuer und sind meistens für die Kopplung gewisser Gerätetypen bestimmt.

Wie unterscheiden sich die lokalen Netze von den sogenannten Fernübertragungsnetzen? Die letzteren können folgende Merkmale aufweisen:

- * Die Kommunikationsentfernung zwischen den Partnern ist praktisch unbeschränkt.
- * Die Übertragungskapazität ist gering (z. B. beim DATEX-P maximal 48 kbit/s), die Nachrichtenverzögerungen sind lang (i.a. 200msec).
- * Fernübertragungsnetze bieten die Möglichkeit, weltweit angebotene Informationen für viele konsumierbar zu machen. In diesem Fall gibt es zwei getrennte Gruppen der angeschlossenen Kunden: die Informationsanbieter und die Konsumenten.
- * Offenheit auch im rechtlichen Sinne: jeder, der die technischen Bedingungen des Anschlusses erfüllen kann und die Gebühren bezahlt, ist berechtigt, die Dienstleistungen eines solchen öffentlichen Netzes in Anspruch zu nehmen;
- * Die Benutzung ist teuer und durch Vorschriften beschränkt. Als Beispiel stehen hier die Kostenkomponenten eines DATEX-P 10 Dienstes für einen Hauptanschluß mit 48 kbit/s:
 - Einmalige Grundgebühr für den Anschluß400DM
 - Monatliche Gebühr1800DM
 - Übertragungsgebühr je 64 byte30Pf
 - Zuschläge für weitere Dienstmerkmale

die Übertragungskosten sind jedoch entfernungsunabhängig!

- * Die größere Anzahl der Verbindungen ist temporär (sie werden nach einem Wählvorgang aufgebaut und nach der Benutzung wieder abgebaut).
- * Ein Komponentenausfall in einem Vermittlungsnetzknotten im Fernübertragungsnetz beeinflusst unter Umständen viele Benutzer.

2.2 KRITERIEN FÜR DIE KLASSIFIKATION VON LOKALEN RECHNERNETZEN

Trotz der oben aufgeführten gemeinsamen Kennzeichen ist das Bild in diesem Marktsegment bei weitem nicht so einheitlich; es ist kaum eine Ordnung in die Vielfalt der immer neu erscheinenden Netze zu bringen. Im Weiteren werden Kriterien für die Klassifikation eingeführt. Die Eigenschaften, die die einzelnen Netze nach den Kriterien aufzeigen, werden der Reihe nach behandelt; dabei werden einige Grundbegriffe erläutert. Zur besseren Orientierung werden diejenigen Netze, von denen genügend Information zur Verfügung steht, nach den Kriterien tabelliert und in einer Matrix dargestellt.

2.2.1 EINSATZGEBIET

Das wichtigste Ordnungskriterium, das den ganzen Trend der Eigenschaften bestimmt, ist, für welchen Anwendungsbereich und für welchen Zweck das Netz entwickelt worden ist.

Bereiche:

- * Bürokommunikation
- * Rechenzentrum
- * Ausbildung (Universität, Campus)
- * wissenschaftliche Forschung
- * Produktion

Zwecke:

- * Datenverarbeitung (und -vermittlung)
- * Textverarbeitung (und -vermittlung)
- * Sprachvermittlung
- * Videosignalübertragung
- * schnelle Kopplung von Mainframes
- * Produktionsdatenerfassung, Prozeßüberwachung, Produktionssteuerung

Je nach Einsatzart werden andere Anforderungen gestellt oder werden die Anforderungsschwerpunkte verschoben.

Im Bürobereich bildet ein Netzwerk das Bindeglied zwischen informationsproduzierenden, -verarbeitenden und -konsumierenden Systemen, die jeweils Dienste und Funktionen der anderen benötigen. Es hat die wichtigen Aufgaben der Text- und Datenübermittlung sowie Sprachvermittlung und übernimmt in zunehmendem Maße eine Nachrichten-Zubringerfunktion für das öffentliche Netz.

Im systemnahen Bereich übernehmen lokale Netze die einheitliche, kompatible, schnelle Kopplung von Hochleistungsrechnern und -Peripherien; sie werden allmählich die geschlossenen Terminal- und Peripherienetze auflösen, das terminalorientierte Zugriffs- und Dialogmanagement übernehmen und eine anwendungsorientierte Zuordnung von Rechnerkapazitäten und Programmen realisieren. (Funktions- und Lastverbund). Wichtigste Anforderung ist die hohe Übertragungsleistung.

Im Produktionsbereich dient das lokale Netz zur Entkoppelung der einzelnen Automationsfunktionen, um die Komplexität des Gesamtsystems beherrschen zu können, und bildet so die Infrastruktur der Automation und der Rationalisierung. Die wichtigste Anforderung ist die garantierte Zugriffszeit; die visuelle Beobachtung über Videosysteme gewinnt hier zunehmend an Bedeutung.

2.2.2 KOMMERZIELLE VERFÜGBARKEIT

Für diesen Überblick sind nicht nur marktreife Produkte, sondern auch Einzelentwicklungen von Forschungseinrichtungen von Bedeutung. Wenn man den Namen eines Produktes hört, für das eine starke Werbung betrieben wird, ist es wichtig zu wissen, ob es sich dabei um allgemein verwendbare Netzkomponente oder um ein sogenanntes integriertes Netz handelt. Ein integriertes Netz bietet dem Anwender außer reinem Informationstransport alle Informationshandlungsdienste, die zum gezielten Anwendungsbereich gehören, in einer kohärenten Art. Es bietet also zugleich die Kommunikationsfunktionen der höheren Ebenen.

Homogene Rechnernetze bestehen aus identischen Rechnersystemen (derselbe Rechnertyp, dasselbe Betriebssystem); heterogene Netze erlauben den Zusammenschluß von Rechnern unterschiedlicher Typen.

homogene Netze: NESTAR's CLUSTER ONE MODELL A für APPLE II Personalrechner, INFINET, ZNET

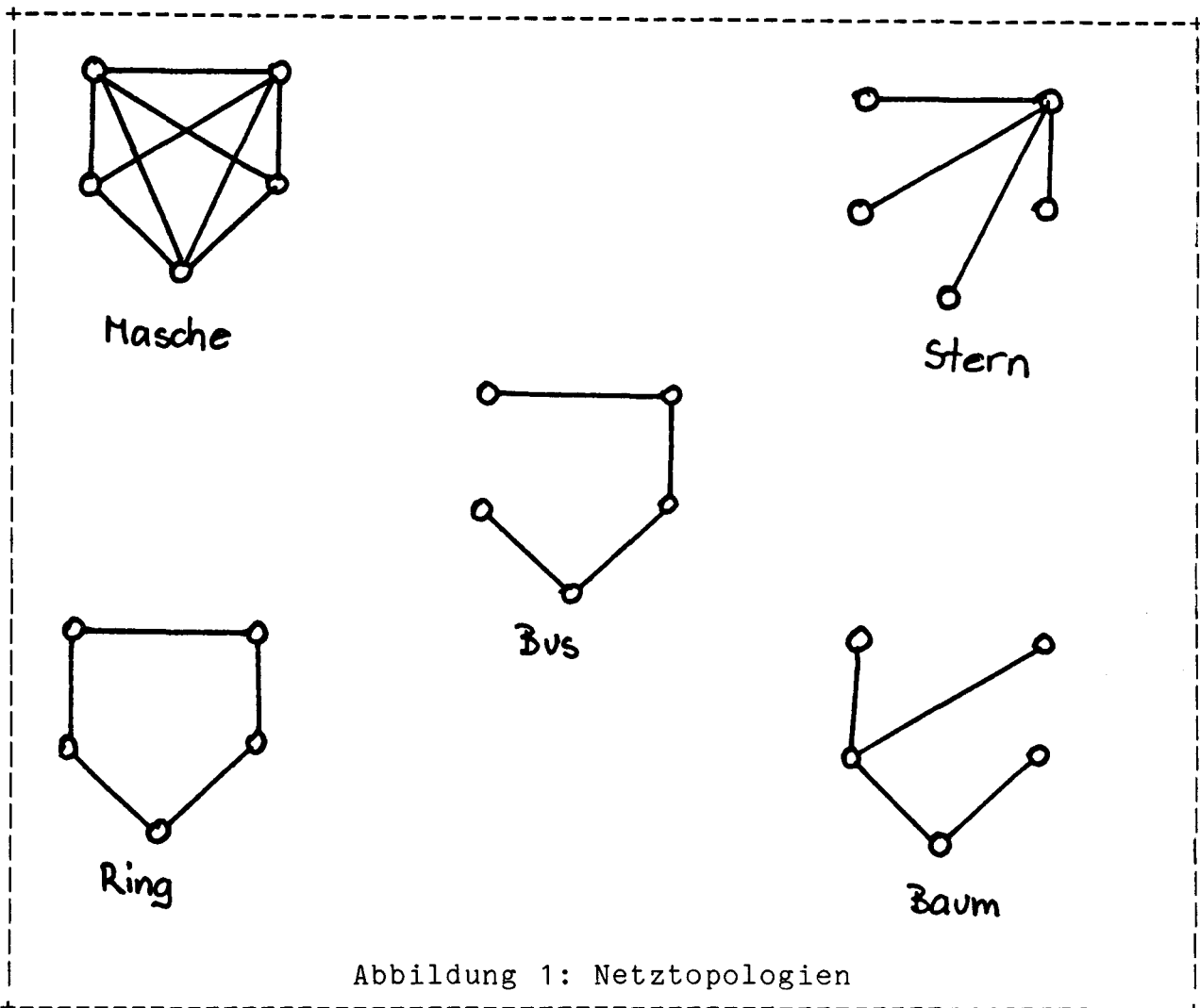
heterogene Systeme: HYPERCHANNEL, HMINET, AMOS

Rechner gleicher Hersteller, unterschiedliche Betriebssysteme: DECNET, und die meisten Herstellernetzwerke

gleiches Betriebssystem, unterschiedliche Rechner: UNET für Rechner mit Unix Betriebssystem

2.2.3 TOPOLOGIE

Die wichtigsten Netztopologien, auf denen Kommunikationssysteme aufbauen, sind im folgenden erläutert.

Masche

Das vollständig vermaschte Netz ist die herkömmliche Struktur, bei der es eine direkte Verbindung zwischen allen kommunizierenden Stationen gibt. Beim teilweise vermaschten Netz bestimmt die Adressierung, welchen Pfad die Nachricht zu nehmen hat. Das führt zu einer geringen Auslastung der Übertragungswege. Die Knoten haben eine aktive Nachrichtenweiterleitungs-Aufgabe (store and forward). Zusammenbrüche in den Knoten lassen sich unter Umständen umgehen, jedoch macht dies den Weiterleitungsmechanismus recht komplex. Die einzelnen Verbindungen können der Kommunikationsart zwischen den beiden Geräten optimal angepaßt werden; Medien, Datenrate, Kodierung können also in dem Netz von vielfältiger Art sein. Bei einem (extremen) Bedarf von voller Vermaschung (jeder mit jedem, fully-connected network) von n Stationen sind $n(n-1)/2$ duplex Verbindungen nötig. Die Anzahl der Verbindungen kann jedoch durch den Einsatz von Routing-Mechanismen (DECNET), oder durch die Bildung von Bündeln (cluster, IBM SNA) verringert werden.

Stern

Beim sternförmigen Netz sind die Stationen über einen zentralen Schalterknoten verbunden, welcher die Aufgabe der Nachrichtenweiterleitung übernimmt. Wegen der geringeren Anzahl von notwendigen Verbindungen ist es entschieden einfacher im Aufbau (n duplex, oder $2n$ simplex Leitungen), aber empfindlicher in Bezug auf die Verfügbarkeit der zentralen Einheit. An dieser Stelle muß ein verhältnismäßig hoher Aufwand getrieben werden; Kompatibilitätsprobleme können in diesem Rechner gelöst werden. Die Erweiterbarkeit eines solchen Netzes ist begrenzt, da die Anzahl der anschließbaren Schnittstellen in jedem Rechner limitiert ist. Der zentrale Rechner bildet somit den Flaschenhals des Netzes. Ein Vorteil ist die leichte Einbindung von Fernübertragungsverbindungen.

Ring

Um ein ringförmiges Netz aus n Stationen zu schließen sind nur n simplexe Verbindungen und n sogenannte aktive Repeater nötig. Jede Station hat genau eine Eingangs- und eine Ausgangsverbindung. Die Nachrichten laufen in einer Richtung an allen Stationen vorbei und müssen nur danach untersucht werden, ob sie für diese Station bestimmt sind oder nicht. Das Entfallen einer zentralen Kontrolle und dafür die natürliche Verbindung zwischen allen Stationen ist von Vorteil. Die Stromversorgung der aktiven Repeater erfolgt meist nicht über den angeschlossenen Rechner, sondern getrennt, der Ausfall eines Repeaters ist für den gesamten Ring katastrophal. Von Störungen in den Leitungen sind alle Datenstationen betroffen. Um die Wirkung von Repeaterfehlern zu vermeiden, werden Kurzschlußrelais verwendet. Um Totalausfällen vorzubeugen, hat sich am besten eine Doppelleitung bewährt. Bei Störung an irgendeiner Stelle an der eine Leitung wird an den beiden benachbarten Stationen auf die zweite Leitung umgeschaltet.

Bus

Bei Bussystemen werden die Nachrichten ohne eine zentrale Vermittlungsinstanz über ein gemeinsames, globales Übertragungsmedium gesendet und empfangen. Aber im Gegensatz zum Ring ist ein Bus passiv, es gibt keine aktiven Elemente, wie Repeater, innerhalb der Übertragungsstrecke. Der Zugang zum Medium muß durch Protokolle geregelt werden. Einfach dadurch, daß die Nachrichten in den Bus eingegeben werden, stehen sie allen angeschlossenen Geräten fast gleichzeitig zur Verfügung. An beiden Enden des Mediums verschwinden sie dann in einer Senke; sie werden durch einen reflexionsfreien Abschluß vernichtet. Das Ankoppeln von Geräten erfolgt über passive Koppler ohne Betriebsunterbrechung; eine Station muß nicht einmal betriebsfähig sein, um das ganze Netz funktionieren zu lassen. Nach der Struktur des Mediums sind zu unterscheiden:

- * Bidirektionales Broadcastsystem: Nachrichten laufen nach allen Seiten hin, der Zielkoppler erkennt seine Adresse und nimmt die Nachricht für seinen Rechner ab. Alle anderen Koppler ignorieren einfach die Nachricht. Die Schnittstellen sind sogenannte Senderempfänger (transceiver).
- * Unidirektionales Broadcastsystem: Hier wird der

Nachrichtenfluß dadurch in eine Richtung gelenkt, daß die andere Richtung stark gedämpft wird. Es werden getrennte Kanäle oder sogar Medien für Sende- und Empfangszwecke verwendet. Unidirektionale Busse ermöglichen die Überbrückung von größeren Entfernungen.

Baum

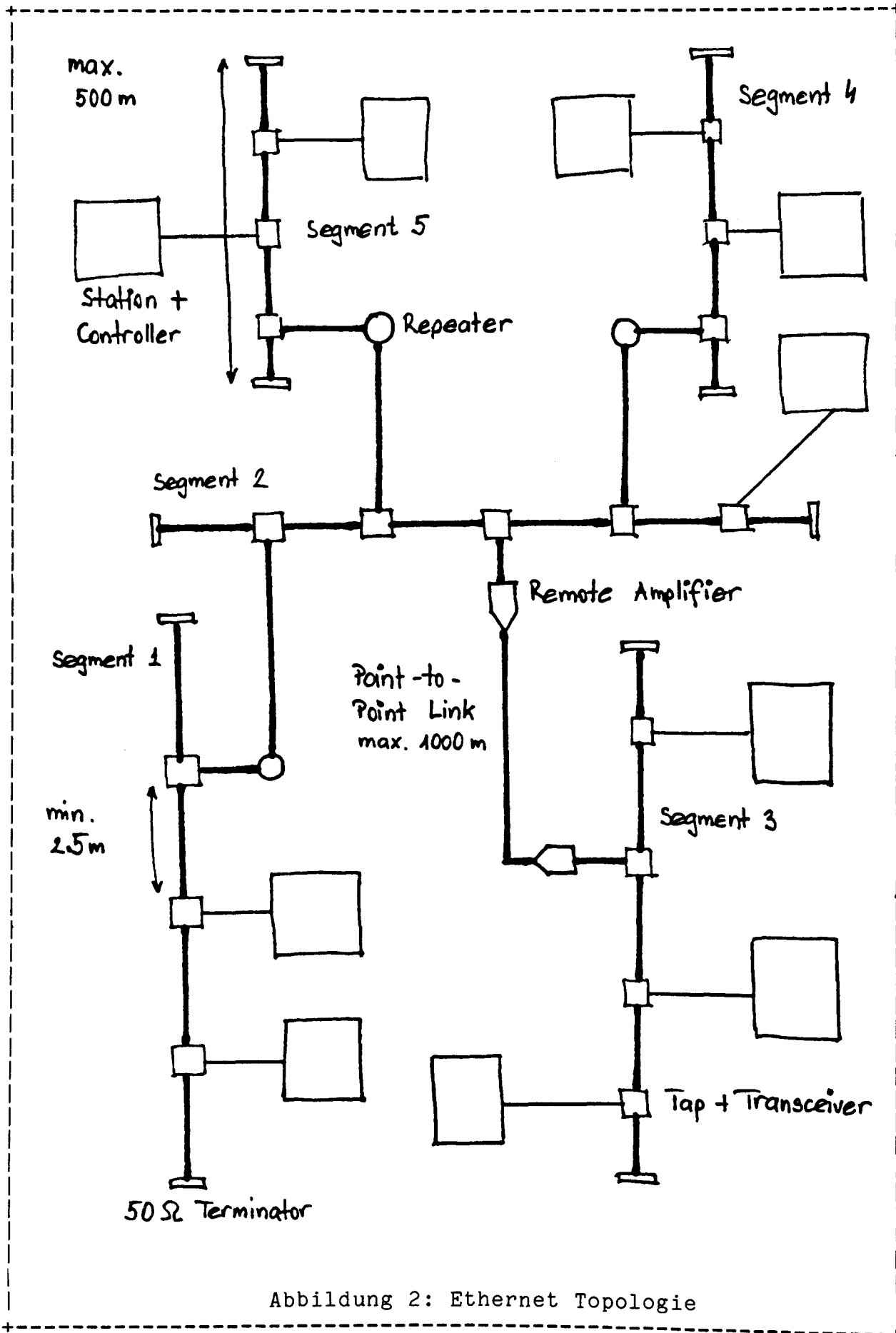
Von ihrer Natur hierarchische Anwendungen, wie z. B. Prozeßüberwachungs- oder Produktionssteuerungssysteme verlangen eine hierarchische Baumstruktur. Eine solche Organisationsform ist ein Mittel, um das Konkurrieren von Prozessen um Ressourcen bis zum gewünschten Maße zu unterdrücken, und dadurch Asynchronität und Parallelität unter den Prozessen zu gewährleisten.

Mischformen

In der Praxis kommen die reinen Topologien seltener vor. Ein Gesamtsystem wird oft vorteilhaft aus unterschiedlichen Topologien zusammengesetzt.

* Bus mit Verzweigung

Um die System-immanente Segmentlängen-Beschränkung des Ethernet-Busses zu beseitigen, verwendet man die im Übertragungstechnischen Sinne passiven Ethernet-Repeater (einfache Signalverstärker) als Verzweigungen und ermöglicht dadurch das Zusammenschalten von mehreren Segmenten.



- * T-Netz (Busse durch "store and forward" Knoten zusammengeschaltet)

Im LOCHNESS Netz ist das "Backbone-Bussegment", an dem die TPA-11/40 Rechner angeschlossen sind mit den hierarchisch darunterliegenden Bussegmenten, an denen die CAMAC Crates angeschlossen sind, durch die aktive Nachrichtenweiterleitungsfähigkeit des TPA-11/40-Knotens verbunden. (Abkürzungen: LNCI-Local Network Comm. Interf., COLA-Coax Line Adapter, MPCC-Multiprotocol Comm. Controller, LINA-Line Adapter)

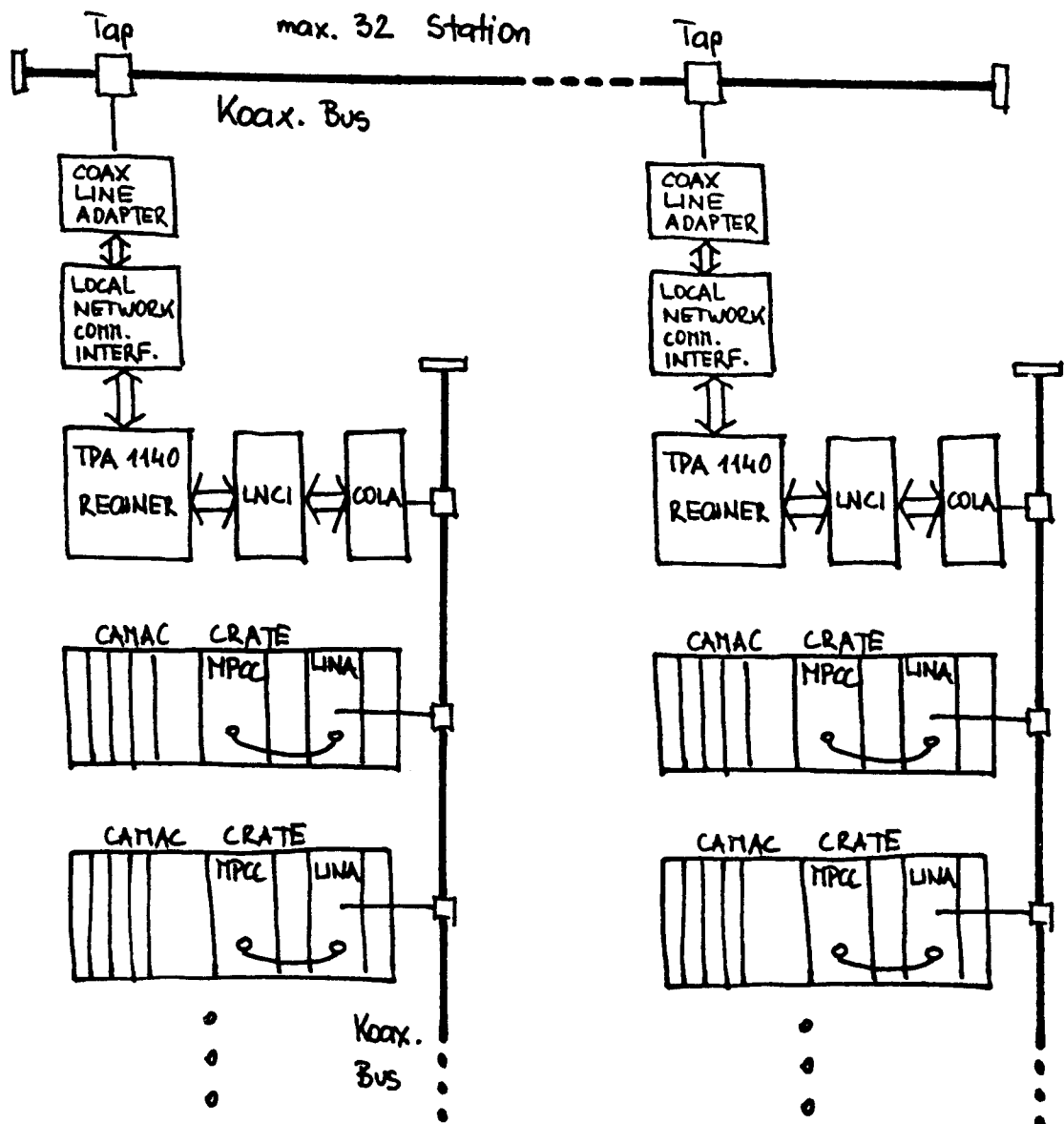
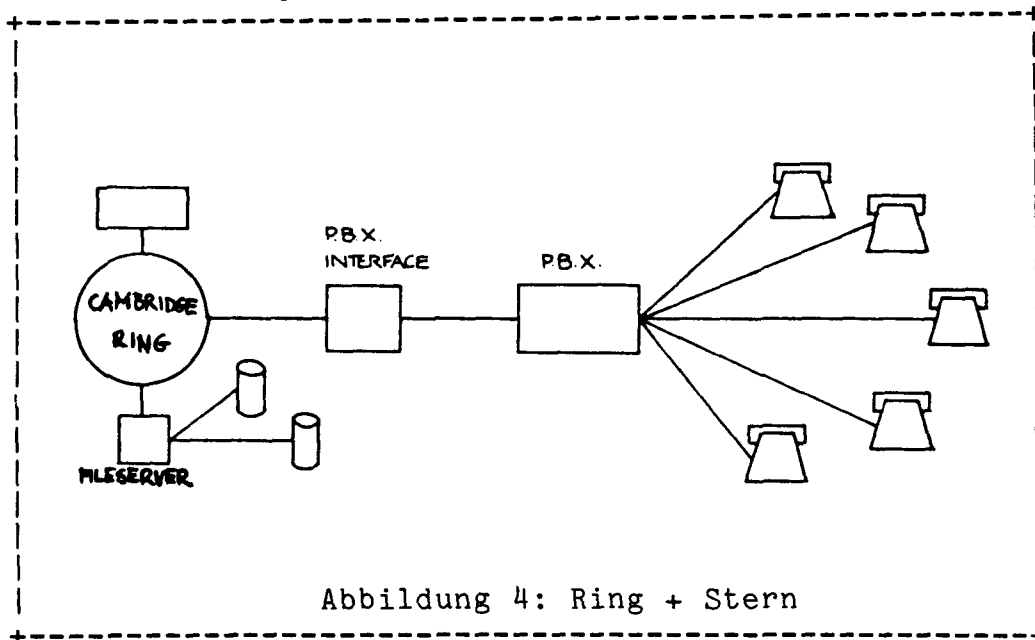


Abbildung 3: T-Netz

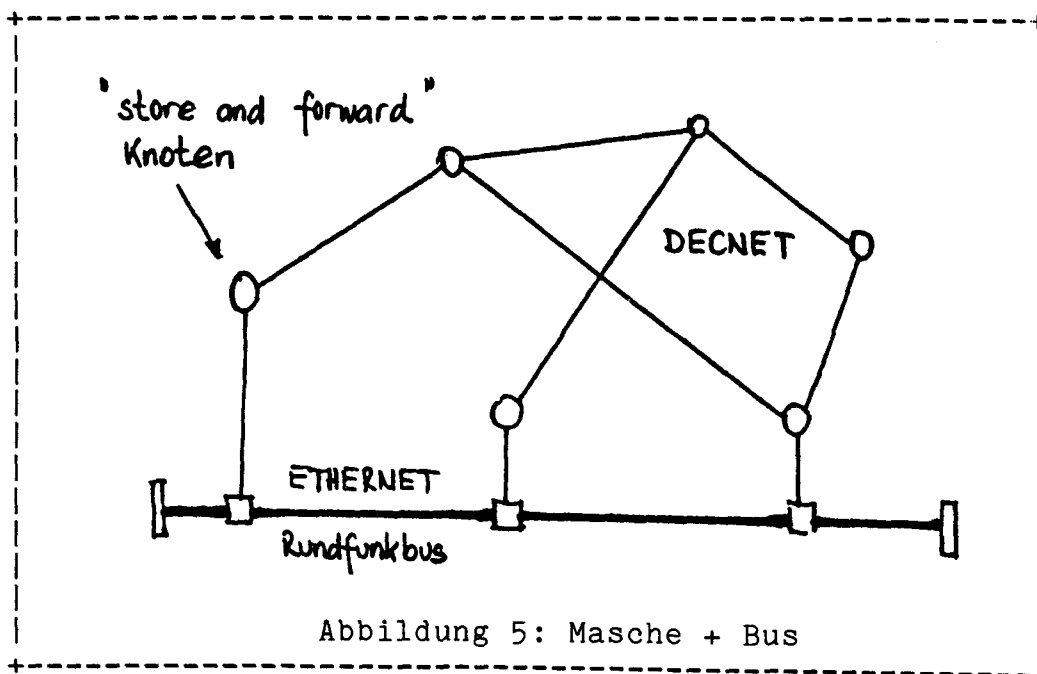
* Ring + Stern

Als Erweiterung wird am Cambridge Ring eine Sprachkommunikations-Dienstleistung implementiert. Das sternförmige PBX System ist durch eine entsprechende Schnittstelle an einer Stelle an den Ring angeschlossen. So wird es den Rechnern ermöglicht, die digitalisierten Sprachdaten zu speichern und zu verarbeiten.



* Store and Forward und Broadcasting gemischt

Das Vorhandensein einer leistungsfähigen und preiswerten Ethernet-Strecke in einem DECNET-System, in dem die Knoten eine "Store and Forward"-Fähigkeit besitzen, muß in den Routing-Tabellen berücksichtigt werden.



2.2.4 PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN DER ÜBERTRAGUNG

In der Vielfalt der Eigenschaften eines Netzes sind die Hardware-Eigenschaften die am leichtesten begreifbaren und überschaubaren, daher werden sie am meisten behandelt und am liebsten als Vergleichsbasis genommen. Dennoch darf man nicht übersehen, daß bei der Implementierung eines erfolgreichen Netzes nur ein Bruchteil der Anstrengungen auf die Realisierung der entsprechenden Hardware entfällt. Die Anwendbarkeit eines Netzes wird aus der Sicht des Benutzers viel mehr von der Vollständigkeit der verfügbaren Dienstleistungen oder von der Benutzerfreundlichkeit der Software-Schnittstellen usw. bestimmt, als davon, ob z.B. das Netz breitbandig oder schmalbandig ist.

2.2.4.1 Medium

Verdrilltes Kabel hat den Vorteil, daß es preisgünstig ist und an den meisten Stellen in irgendeiner Form schon vorhanden ist. Es ist mechanisch nicht immer beständig genug, besitzt schlecht vorhersagbare Impedanzwerte und ist geneigt, elektrische Geräusche zu emittieren und aufzunehmen. Verseiltes Kabel kann nur für relativ niedrige Übertragungsraten verwendet werden. Charakteristisch für die Übertragungsqualität ist, daß man bei einer Wählleitung im Telefonnetz eine Fehlerrate von $10 \exp^{-3}$ und bei einer Standleitung $10 \exp^{-5}$ erreichen kann.

Koaxialkabel besitzt diese Nachteile nicht und kann für Übertragungsraten bis zu hundert Mbit/s eingesetzt werden. Mit der Kabelfernsehindustrie hat sich die Koaxkabeltechnik stark ausgebreitet, es gibt eine Vielfalt von Kabeln, Steckern, Verzweigungen (splitter), Abzweigungen (taps). Die erreichbaren Fehlerraten liegen bei $10 \exp^{-9}$ bis $10 \exp^{-10}$.

Lichtleiterkabel: In der optischen Nachrichtentechnik wird mit Licht im infraroten Wellenbereich zwischen 850nm und 1300nm als Trägerwelle gearbeitet. Als Lichtquelle und Lichtempfänger werden ausschließlich Halbleiterelemente eingesetzt: Laserdioden oder Lumineszenzdioden als Sender und Fotodioden als Empfänger. Als zweckmäßigstes Modulationsverfahren zeichnet sich die digitale Pulsecodemodulation ab. Außer den weniger hochwertigen Kunststoff-Einzelfasern mit ca. 1mm Durchmesser sind für die optische Übertragungstechnik die drei Glasfasertypen der heutigen Faserherstellung von Bedeutung: die Stufenprofilfaser, die Gradientenfaser und die Monomodefaser. Sie unterscheiden sich durch das Brechungsverhalten des Kerns, den Durchmesser (5-50 Mikron) und durch die erreichbare Übertragungskapazität. Mit Lumineszenzdioden und Stufenprofilfasern läßt sich für einen Teilnehmerabstand von 1km eine Datenrate bis etwa 30 Mbit/s erreichen. Mit Laserdioden und Gradientenprofilfasern überträgt man bei gleicher Entfernung Daten mit einigen 100 Mbit/s. Erst mit Monomodefasern wird man in den Gbit/s-Bereich vorstoßen können.

Die Problematik der Fasertechnik konzentriert sich auf drei Erscheinungen.

Die Signalabschwächung tritt infolge der Absorption und Streuung

des Lichtes in der Faser auf. Sie wird mit dem Begriff Faserdämpfung erfaßt und ist stark abhängig von der Wellenlänge des Lichtes sowie von der Länge und vom Material der Faser.

Die Verbreitung und Abrundung von rechteckigen Lichtimpulsen in der Faser wird als Dispersion bezeichnet. Die Auswirkung der Dispersion ist umso ungünstiger, je schmaler die zu übertragenden Lichtimpulse sind, beziehungsweise je schneller sie einander folgen. Die Impulsverbreitung wächst mit zunehmender Faserlänge proportional an und beträgt einige Nanosekunden pro Kilometer. Bei einer digitalen Signalübertragung mit 64kbit/s, wo ein einzelner Lichtimpuls 16µs breit ist, hat die Dispersion noch keinen störenden Einfluß. Bei einer Bitrate von 120 Mbit/s, die z. B. für hundert duplex Video-Verbindungen benötigt wird, sind die ursprünglich 7nsec breiten Lichtimpulse schon nicht mehr eindeutig vom Empfänger trennbar.

Optische Kopplung

Viertorkoppler (T-Koppler) ermöglichen den Aufbau eines optischen T-Busses, der geometrisch ähnlich wie der elektrische serielle Bus aussieht (Abbildung 6). Über den passiven T-Koppler wird sowohl Lichtleistung aus dem Bus entnommen als auch in diesen eingespeist. Ein T-Koppler kann durch Aneinanderdrücken und Verschmelzen der beiden Fasern hergestellt werden oder nach dem Strahlteiler-Prinzip, bei dem die Fasern unter 45 Grad angeschliffen, mit einer teildurchlässigen Spiegelschicht bedampft und wieder winklig angeklebt werden.

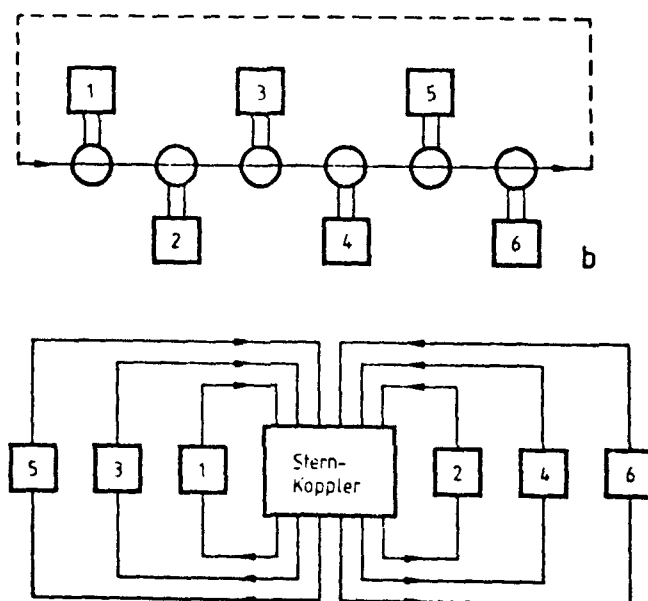
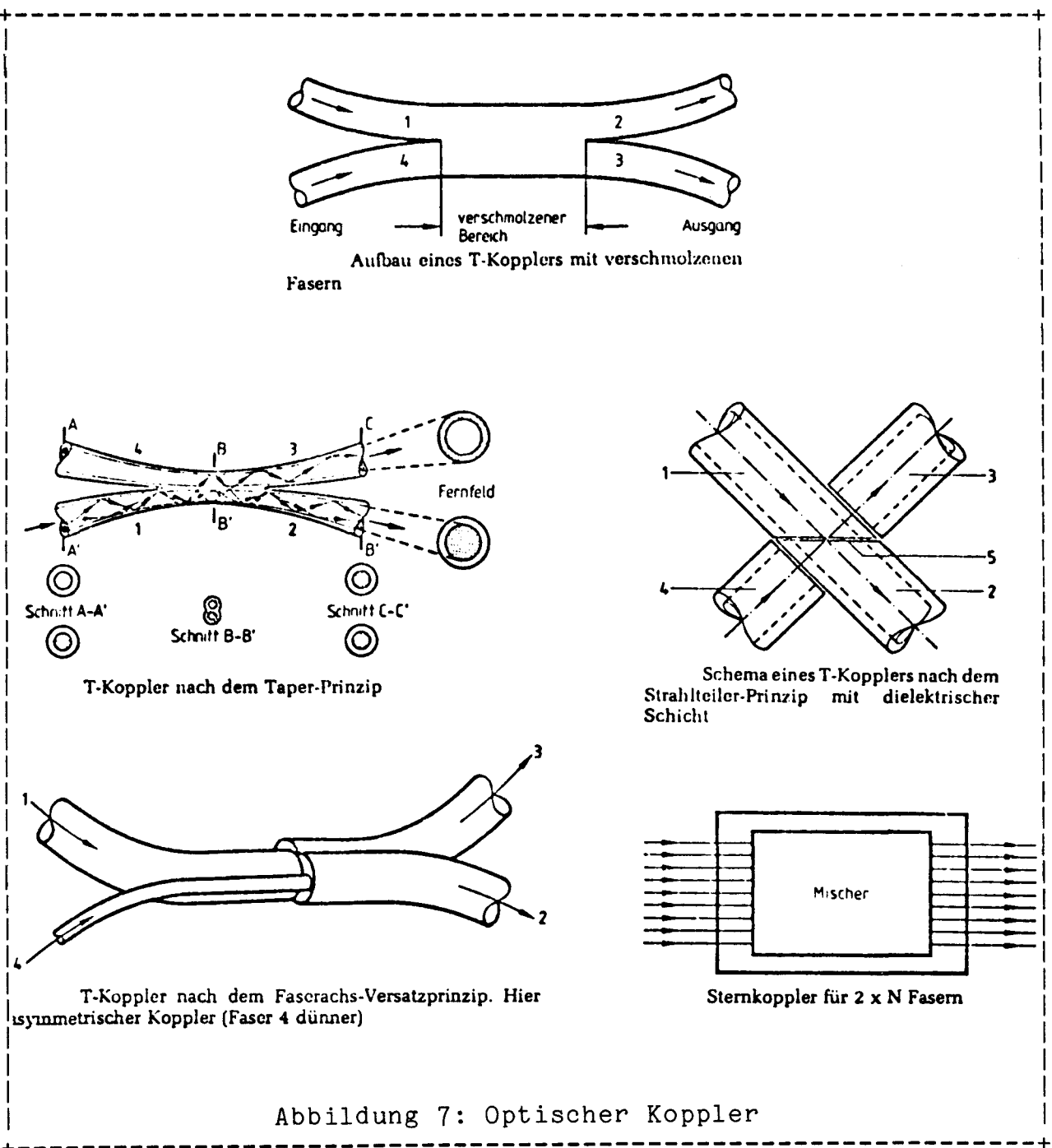


Abbildung 6: optische Busse

Entsprechend der Anzahl der zu koppelnden Geräte werden n Fasern zum Eingang und n Fasern zum Ausgang eines Sternkopplers geführt. Auf dem Mischer-Plättchen breitet sich das Licht einer anregenden Faser aus, wird aufgefächert und gelingt so zu jeder ausgehenden Faser.

In einem sogenannten Sternbus (Abbildung 6) ist nur ein einziger Sternkoppler vorhanden, der keine aktive Schaltfunktion (wie beim normalen elektrischen Sternnetz) besitzt, jedoch die Information jedes Senders den Empfängern aller Teilnehmer zur Verfügung stellt. Die verschiedenen optischen Koppler werden in der Abbildung 7 verglichen. Beim Stand der heutigen Lichtleitertechnik spielen die Kopplerelemente die entscheidende Rolle in der Planung des optischen Netzes, da sie die mögliche Struktur des Busses und durch ihre bedeutende Signaldämpfung (ca. 3dB pro Stück) die zu verarbeitende Pegeldynamik der Empfängerbausteine bestimmen (16-19 dB) und darüberhinaus die mögliche Teilnehmerzahl eines optischen Busses auf weniger als 20 begrenzen.

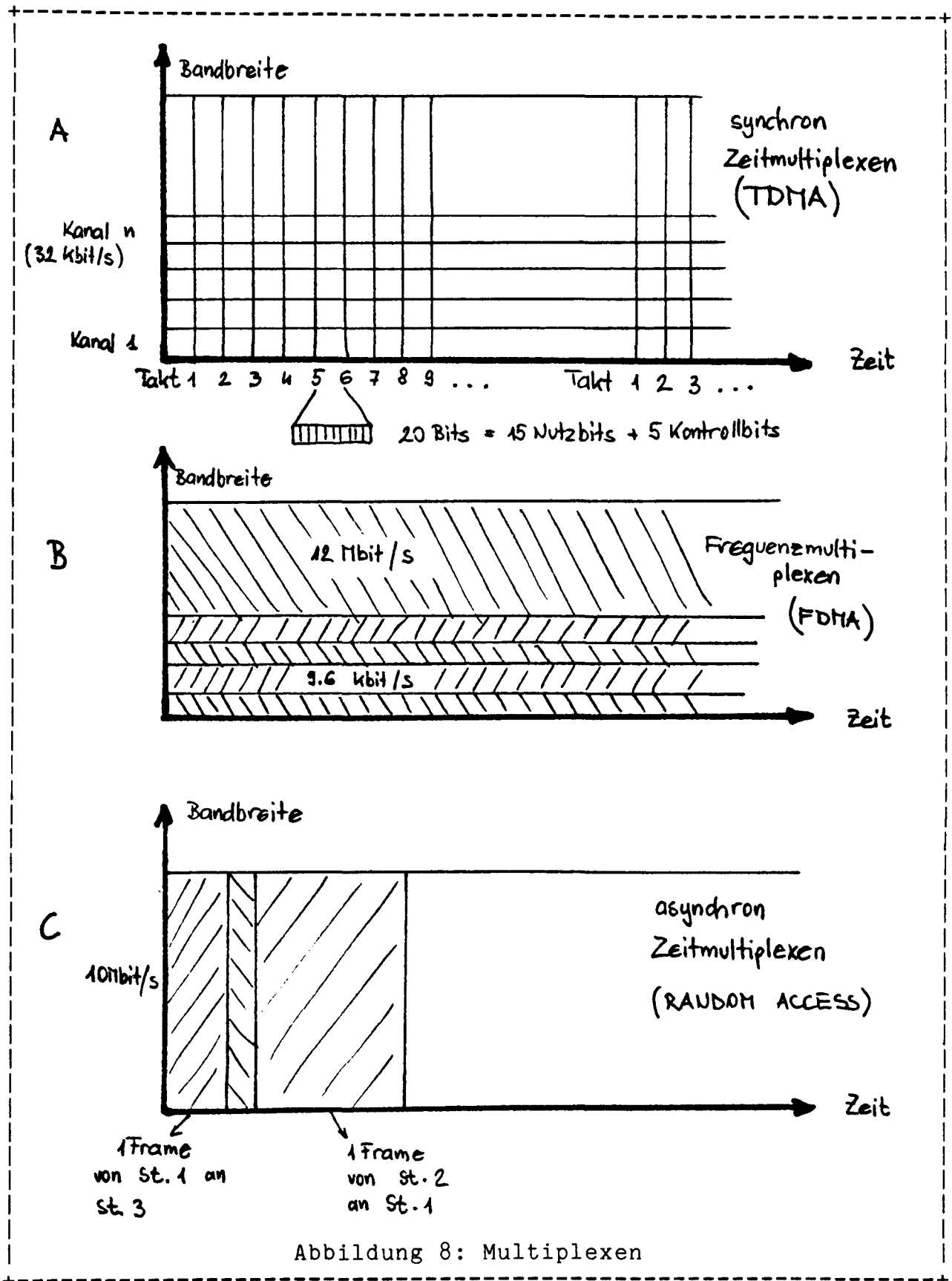


2.2.4.2 Kabellänge

Bei der hochwertigen Übertragungsqualität des lokalen Netzes werden die Entfernungen nicht nur aus den bekannten Hardware-Gründen (Signaldämpfung, und -Verzerrung, Geräuschempfindlichkeit) begrenzt. Einen "Soft-Faktor" stellt das "listen while talking" Verfahren der CSMA/CD Zugangsprotokolle dar. Das Signal breitet sich in einem 50 Ohm Koaxialkabel mit dem 0.77-fachen der Lichtgeschwindigkeit, also mit 4.33 μsec pro Kilometer aus. Um nach dem Aussenden wieder gehört werden zu können, hat das Signal im schlechtesten Falle zweimal die Gesamtkabelstrecke zurückzulegen, das dauert bei einer Länge von 1500 Metern schon 13 Mikrosekunden. Bei 10 Mbit/s Bitrate repräsentiert dieses Intervall 130 Bits oder etwa 16 Bytes Information. Ohne weitere Verzögerungen könnte also der Kollisions-Detektor-Schaltkreis erst nach 130 gesendeten Bits das erste empfangene Bit überprüfen und im Fehlerfall die weiteren zu sendenden Bits zurückhalten. Wegen Hochlaufzeiten und Ausbreitungsverzögerungen bei zusätzlichen Kabeln ergibt sich im Ethernet z. B. ein "Total Worst Case Propagation Delay" von 45 μsec ; um eine vernünftige minimale Framelänge von 64 Bytes einhalten zu können, wird die maximale Entfernung zwischen Sender und Empfänger auf 1500 Meter (3 Segmente) limitiert.

2.2.4.3 Multiplexverfahren (Basisband oder Breitband)

Die physikalische Methode, mehrere Übertragungskanäle "gleichzeitig" über eine Leitung zu übertragen, wird als Multiplexen bezeichnet. Abbildung 8 veranschaulicht die drei wichtigsten Multiplexmethoden.



Im synchronen Zeitmultiplexbetrieb (TDM, Time Division Multiplexing) (Abbildung 8/a) ist der gesamte Übertragungsablauf durch eine Synchronisationseinheit oder einen Taktgeber in Zeitrahmen periodisch aufgeteilt. Jedem Teilnehmer steht für ein kurzes Zeitintervall ein Teil der Bandbreite zur Verfügung. Das ganze System befindet sich im Takt- und Rahmensynchronismus. Für die Verbindung von zwei Kommunikationspartnern für einen Nachrichtenaustausch werden immer dieselben Zeitabschnitte in Anspruch genommen (Kanal). Ein Kommunikationsablauf besteht in diesem Falle aus den drei Phasen Verbindungsaufbau, ununterbrochener Nachrichtenaustausch und Verbindungsabbau. Die Intervalle sind regelmäßig, daher braucht die Adresse nur beim Verbindungsaufbau mitgeführt zu werden, später können die Teilnehmer aufgrund der Zeitintervalle identifiziert werden.

Beim Frequenzmultiplexen (FDM) (Breitbandnetze) werden die Signale auf Trägerfrequenzen moduliert und so die gesamte Bandbreite unter den Kanälen verteilt. Die Übertragung geschieht echt gleichzeitig. Die Kanalbandbreiten für die unterschiedlichen Kommunikationsanforderungen können zweckmäßig angepaßt, schmaler oder breiter gewählt werden. Die Bandbreite ist nicht dynamisch unter den jeweils aktiven Teilnehmer verteilt, daher kann Bandbreite verlorengehen. Die Kommunikation zwischen den Frequenzkanälen ist schwierig. (Abbildung 8/b).

Beim asynchronen Zeitmultiplexen (Random Access) (Basisbandnetze) kann jede Station jeweils ein ganzes Paket übertragen. Für diese Zeit steht ihr die gesamte Bandbreite zur Verfügung (Abbildung 8/c). Andere Teilnehmer müssen eine zufallbedingte Zeit warten. Es entsteht ein Wettbewerb. Die Adresse muß bei jedem Paket mitgeführt werden. Ein "Kanal" zwischen zwei Teilnehmern besteht nur vorübergehend für die Dauer eines Paketes. Die Wartezeit eines Paketes im Netz läßt sich nur auf Zufallsbasis vorhersagen, daher kann keine Reaktionszeit im mathematischen Sinne garantiert werden.

Basisband oder Breitband ? Es gibt heutzutage einen sehr heftigen Streit in der Fachpresse über die Vor- und Nachteile der beiden Übertragungsverfahren. Der verbissene Kampf der betroffenen Firmen wird erst verständlich, wenn man bedenkt, daß der Markt der lokalen Netze mit einem Wert von 800 Millionen Dollar (bis 1985) nur einen Bruchteil des Wertes des anschließend zu erschließenden 14 Milliarden Dollar-Marktes (bis 1992) für Büroarbeitsplätze bildet. Die Standpunkte sollen kurz erläutert werden.

Breitbandnetze können sowohl digitale als auch echte Analog-Information (ohne zu digitalisieren) übertragen. (Beispielsweise Videosignale für Telekonferencing oder für Gebäudesicherheitsüberwachung, oder Sprachsignale). Die Gesamtübertragungskapazität ist höher, ca. 200Mbit/s. Wegen des einseitigen Sendens können größere Entfernungen überbrückt werden (3-10 km), die Signallaufzeiten sind aber auch wesentlich höher. Es werden Radiofrequenz-Modems und Komponenten verwendet, die durchschnittlich doppelt oder dreimal so teuer sind wie die Basisbandkomponenten. Außerdem lassen sich RF-Schaltkreise nicht in hohem Maße und noch weniger in sehr hohem Maße (LSI, VLSI) integrieren, der Preisunterschied wird wohl bestehen bleiben. Mit sog. Frequency Agile Modems kann, neben den statisch zugeordneten Kanälen, eine dynamische Kanalbenutzung realisiert

werden, welche eine bessere Auslastung und mehr Anschlüsse bewirkt. Die üblicherweise verwendeten Frequenzabschnitte und ihre Übertragungskapazität sind in Abbildung 9 dargestellt.

DATA RATE	LINKS [†]	AVAILABLE BANDWIDTH	REQUIRED BANDWIDTH PER LINK	NUMBER [*] OF LINKS
9.6 KBIT/S	FDX, S, A	105 MHz	10 KHz	10,500
19.2 KBIT/S	FDX, S, A	105 MHz	20 KHz	5,250
56 KBIT/S	FDX, S	105 MHz	60 KHz	1,750
230.4 KBIT/S	FDX, S	105 MHz	240.4 KHz	437
512 KBIT/S	FDX, S	105 MHz	520 KHz	200
1.544 MBIT/S	SX, S	105 MHz	1,600 KHz	65
3.088 MBIT/S	SX, S	105 MHz	3,200 KHz	32

*ASSUMES HIGH-QUALITY, BUT PRESENTLY AVAILABLE, MODEM EQUIPMENT.

[†]LINK TYPES: SX = SIMPLEX, FDX = FULL-DUPLEX, S = SYNCHRONOUS, A = ASYNCHRONOUS

[†]DIVIDE BY 2 FOR FULL-DUPLEX, AS EACH CHANNEL UTILIZES SEPARATE FACILITIES FOR TRANSMISSION.

Abbildung 9: Übliche Kanalfrequenzen

Bei Breitbandnetzen braucht man keine Protokollanpassung vorzunehmen, selbst der Kommunikationskanal ist einfach transparent für Protokolle, das heißt, man kann auf unterschiedlichen Frequenzkanälen mit unterschiedlichen und beliebigen Protokollen arbeiten. Ein breiterer Kanal kann sogar z. B. unter der CSMA/CD Zugangsmethode arbeiten.

Im Breitbandnetz gibt es keine Repeater am Kabel, aber es gibt immer eine zentrale, aktive Instanz, die sogenannte Central Retransmission Facility (CRF), die alle Sendesignale (im Sendefrequenzbereich) empfängt, nach entsprechender Filterung und Verstärkung in den Empfangsfrequenzbereich umwandelt und wieder in das Medium einspeist. Sie bildet einen kritischen Punkt des Breitbandnetzes.

Impedanzschwankungen am Kanal in einem Basisbandnetz oder Kurzschlußfehler in einem Transceiver verursachen schädliche Reflexionen, die schwierig zu lokalisieren sind. In der CATV-Technik gibt es dafür bewährte Lokalisierungsgeräte (Reflektometer) und technische Know-How. Da Breitbandbusse weniger empfindlich gegen Signalreflexionen sind, kann man mit einfachen Kabelverzweigungen oder Mehrfachverzweigungen (splitter) eine Vielfalt von Topologien aufbauen (Baum, mehrfacher Stern).

2.2.4.4 Anzahl der Endeinheiten, Bitrate

Beim Dimensionieren der Kapazität eines Netzes ist mit folgenden Bitratenansprüchen zu rechnen: für digitale Sprachübertragung reichen 64 kbit/s für jede Seite aus, für jeden Videokanal sind 6Mhz, oder für einen Zweiweg-Telekonferenzkanal 12Mhz erforderlich. Die für Datenübertragung gebräuchlichen seriellen Schnittstellen im Mikro- und im Personalkomputerbereich erreichen bis zu 9.6kbit/s, bei Minirechnern bis 56kbit/s. Erst die sehr schnellen synchronen Punkt-zu-Punkt bez. Multipunkt Datenkanäle erreichen Raten von bis zu 3Mbit/s. Die übliche Bandbreiteneinheit von 6Mhz kann z. B. 24 simplex Telefonverbindungen oder 1000 low-speed, full-duplex Geräte bedienen.

Bei Breitbandnetzen gibt es eine deterministische Beziehung zwischen maximaler Anzahl anschließbarer Endeinheiten und Datenrate der einzelnen Kanäle. Die Gesamtbandbreite wird einfach unter den Anspruchstellern verteilt. Die typischen Kanalzahlen sind wiederum in der Abbildung 9 abzulesen. Es muß damit gerechnet werden, daß die heutzutage auf dem Markt befindlichen RF-Modems nicht dieselbe Effektivität haben. Zwei Modems mit der gleichen Datenrate von 1.5 Mbit/s können von 1.6 Mhz bis 6Mhz Bandbreite verlangen, aber auch einen Preisunterschied von Faktor 3 aufweisen.

Bei Basisbandnetzen limitiert die Bandbreite die Anzahl der Endgeräte nicht, bei Überlastung werden sich lediglich die Wartezeiten verlängern. Hier wird wegen der ausgeübten Dämpfung nur die Zahl der Transceiver begrenzt. Die Adressenfeldlänge von Paketvermittlungsnetzen bedeutet keine praktische Grenze der Geräteanzahl.

Bei Leitungsvermittlungsnetzen (oft bezeichnet als PABX, PBX, CBX oder CABX = private/computerized/automated branch exchange) folgt die Gesamtdatenrate aus den gleichzeitig möglichen Verbindungen und deren Einzelrate und die Geräteanzahl hängt von der Schaltkapazität des Schaltknoten ab.

2.2.5 VERMITTLUNGSTECHNIK

Die temporäre Zuordnung kommunizierender Stationen im Netz nennt man Schalten oder Vermitteln. Die Vermittlungstechniken bilden die Methoden der Herstellung von Verbindungen zwischen kontaktwilligen Stationen, wobei sich das Multiplexen auf den mehrfachen Zugriff auf vorhandene Verbindungen bezieht. In dieser Hinsicht können Rechnernetze (oder Teilnetze) folgendermaßen aufgeteilt werden:

- * Nichtgeschaltete Netze
- * Speichernde Netze mit
 - Messagevermittlung
 - Paketvermittlung
- * Leitungsvermittlungsnetze

Bei den speichernden Netzen ist für die Ausführung einer Übertragung eine durchgehende physikalische Verbindung nicht erforderlich, weil die Information zwischengespeichert wird (store and forward transmission). Die Menge der zwischengespeicherten Information bestimmt, ob es sich um Messagevermittlung (Zeitpuffern der ganzen Nachricht), oder Paketvermittlung handelt (Puffern von Teilen der gesamten Nachricht).

Leitungsvermittlung heißt, daß ein Datenübertragungsweg reserviert wird für die gesamte Sitzungsdauer. Die herkömmliche

- * statische Leitungsvermittlung arbeitet mit
 - festgeschalteten Standleitungen oder mit
 - Wählleitungen.
- * In der Zeitmultiplex-Leitungsvermittlung erfolgt der Verbindungsaufbau dadurch, daß das Zugangsrecht zu einem Zeitschlitz erworben wird. Dann wird die Information in Einheiten von einigen Bits immer im gleichen Zeitschlitz übertragen (multiplex Benutzung) und schließlich durch die Freigabe des Zeitschlitzes die Verbindung abgebaut. Nacheinanderfolgende Momentaufnahmen in - der Nachrichtenfolge entsprechenden - Zeitabständen würden also die einzelnen Zeitschlitzte jeweils anderen Stationspaaren zugeordnet finden.

Im Vergleich der Vermittlungsarten kann festgestellt werden, daß

- bei Messagevermittlung jede Nachricht,
- bei Paketvermittlung jedes Paket,
- bei Leitungsverbindung erst jeder Verbindungsaufbau einen Overhead verursacht.

Falls dafür gesorgt wird, daß die hohe mögliche Datenrate nicht nur für seltene Sitzungen, sondern möglichst fortlaufend genutzt wird, dann bietet die Leitungsvermittlungs-Methode die besten Möglichkeiten für die volle Ausnutzung der Übertragungskapazität, jedoch braucht sie eine zentrale Vermittlungssteuerung (Zuverlässigkeit?). Die statische Leitungsvermittlung bildet die billigste Lösung, hauptsächlich wenn die Verwendung eines vorhandenen privaten Telefonnetzes (PBX) für Datenübertragung möglich ist. Hier gibt es keine Möglichkeit selbst für die primitivste Flußkontrolle, eventuell unterschiedliche Gerätesgeschwindigkeiten müssen in einer anderen Ebene angepaßt werden.

Die Speichervermittlung bietet die volle Entkoppelung des Informationsflusses zwischen Quell- und Konsumstation. Im Messagevermittlungsnetz von Bell System's No1 ESS-ADF z. B. kann die Sendestation ihre Daten loswerden, selbst wenn der Empfänger zur Zeit nicht erreichbar ist. Die Übermittlung zu irgendeiner Zeit ist garantiert. Zusätzliche Dienstleistungen eines Messagevermittlungsnetzes können sein: die Übermittlung an mehrere Empfänger, an Empfänger die stark differierende Protokolle, Datenraten oder Zeichensätze haben; zeitabhängige Verteilung, Nachrichten-Journalling, Zeit- und Datumstempeln usw.

Paketvermittlungsnetze sind für interaktive Anwendungen besonders geeignet.

Wie in Abbildung 10 dargestellt, sind Vermittlungstechniken für verschiedene Übertragungsbedürfnisse und Kommunikationsarten, abhängig von der verfügbaren Netzkapazität, unterschiedlich geeignet.

		Netzkapazität	
		gering	hoch
Bedarf			
gering, random		L, P	P
hoch			L

L = Leitungsvermittlung
 P = Paketvermittlung

Abbildung 10: Nutzung von Vermittlungsarten

Daneben gibt es Netzstrukturen, bei denen ein Vermittlungsdienst überhaupt nicht benötigt wird: dies sind die sog. nichtgeschalteten Netze. Hierzu zählt das oben schon erwähnte vollgeschaltete Netz mit Punkt- zu-Punkt Verbindung bei den nötigen Stellen. In einem reinen Rundfunk-Bus werden auch keine Schaltvorgänge benötigt, um zwischen beliebigen Stationen Verbindungen herzustellen, weil hier jeder jeden hört, und während der Übertragung keine Information zwischengespeichert wird. Die Ursache, warum man diese "contention" Netze doch Packet Switching Netze nennt, liegt darin, daß alle Stationen Pakete zwischenspeichern und sie dann Paketweise verteilen bzw. vermitteln können. Diese Fähigkeit wird dann ausgenutzt, wenn nicht mehr nur ein reiner Rundfunk-Bus, sondern mehrere, (oder dieser mit anderen Netzen) über einen aktiven Knoten ("Gateway") angeschlossen werden.

2.2.6 ZUGANGSMETHODE ZUM ÜBERTRAGUNGSMEDIUM

Zugriffsverfahren gehören zu den besonders ausgereiften Eigenschaften der Rechnervernetzung. Es gibt zahlreiche Methoden und deren Varianten, die in der Literatur durch Simulation, Modellierung und analytische Methode, oder durch Analyse von Messergebnissen behandelt werden. Auf diesem Gebiet ist am ehesten eine internationale Standardisierung zu erwarten.

Zugangsmethoden lassen sich grundsätzlich folgenderweise gruppieren:

* Auswahltechniken (konfliktfrei)

- Die nächste sendeberechtigte Station wird -zentral oder dezentral- nach Beendigung einer Übertragung ausgewählt. Der Zeitpunkt des nächsten Zugangs kann nicht vorhergesagt werden.

* Reservierungsmethode (konfliktfrei)

- Für jede Station ist ein bestimmtes Zeitintervall für die Übertragung reserviert, währenddessen sie nicht unterbrochen werden kann. Sie ist besonders geeignet für starke Auslastungen des Netzes. Der späteste Zeitpunkt des nächsten Zugriffs kann a priori vorausberechnet werden, wodurch ein wesentliches Erfordernis für distributed real-time control erfüllt wird.

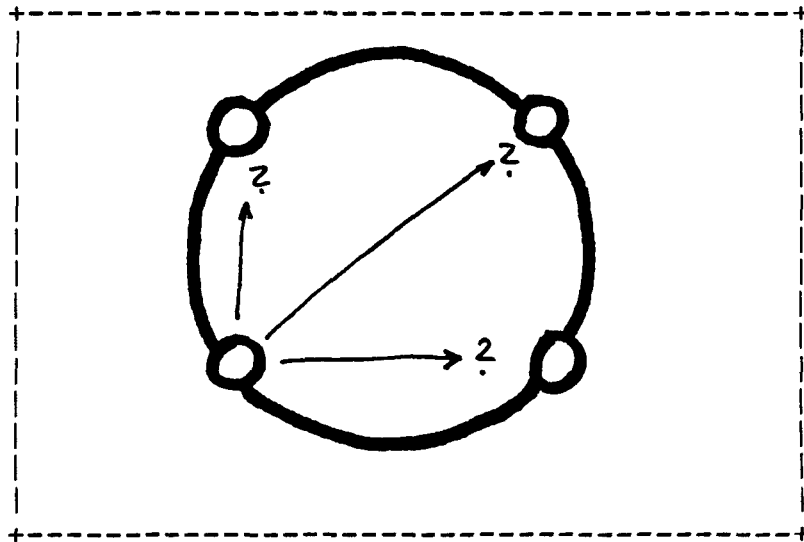
* Random-Access-Methode (kollisionsbehaftet)

- Die sendewilligen Teilnehmer haben fast jederzeit Zugriff auf das Medium. Die Wünsche zu senden entstehen zufällig. Die Methode ist besonders vorteilhaft bei schwankender Benutzeraktivität (bursty traffic), z. B. in interaktiver Umgebung. Der Zugang zum Übertragungsmedium, die Konflikterkennung und die Konfliktbereinigung müssen geregelt werden.

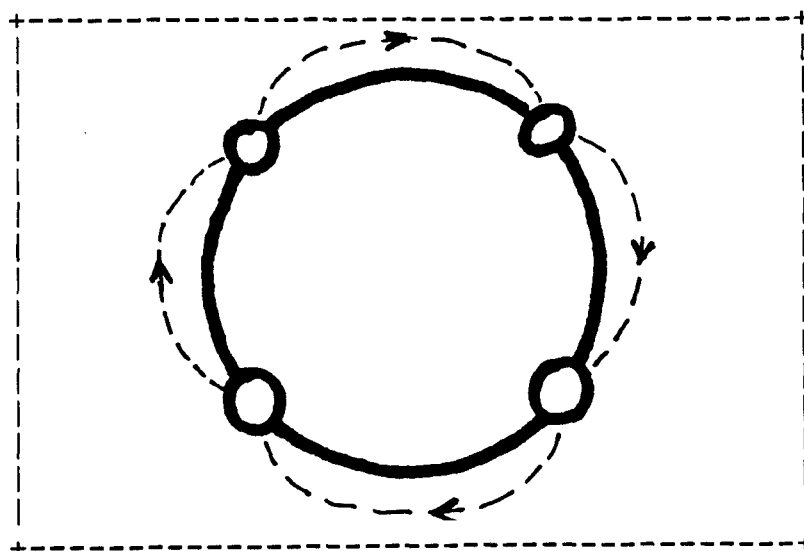
* Mischformen

2.2.6.1 Auswahltechniken

Dezentrales Roll-Call-Polling Die Station, die gerade die Kontrolle über das Medium besitzt, führt nach Beendigung ihrer Übertragung einen Dialog mit jeder anderen, bis schließlich eine sendewillige gefunden ist, an die die Sendeberechtigung übergeben wird. Die Methode ist weniger zuverlässig und langsam. <79>



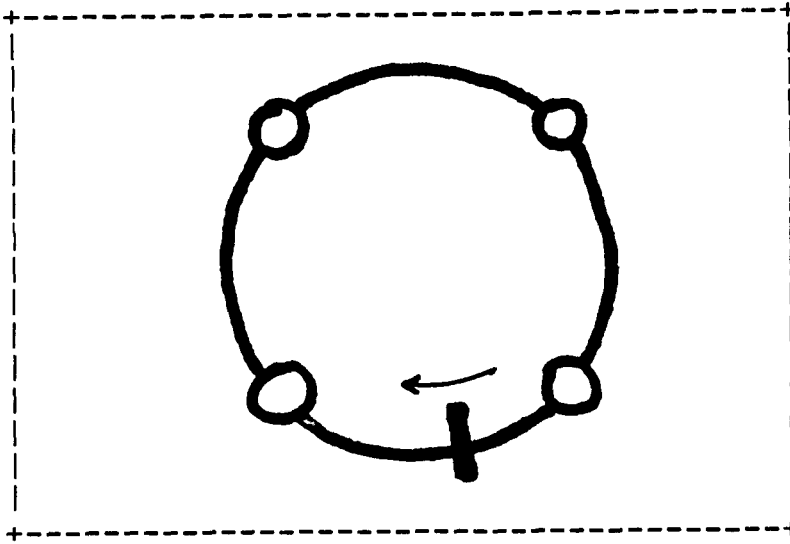
Dezentrales Daisy-Chaining Die Sendeberechtigung wird reihum von Station zu Station weitergereicht. Die sendeberechtigte Station fängt an zu senden, wenn sie ein Paket vorbereitet hat, oder übergibt dieses Recht durch eine kurze Synchronisationssendung an die nächste Station. Ein inaktive oder ausgefallene Station muß mit Time-Out übergangen werden.



Die Modularität ist schlecht, weil das Zufügen oder das Wegnehmen von neuen Elementen mit Änderungen bei den benachbarten Teilnehmern verbunden ist. Die angeschlossenen Geräte können zusätzlich mit speziellen Verbindungen gekoppelt sein, über die das Senderecht weitergeleitet wird.

Beim Control Token Verfahren kann die Kontrollinformation in Form von Paketen über das Medium gesendet werden. Hierbei muß eine

sendewillige Station auf das "Token" warten, es durch ihre Datenpakete ersetzen, und das "Token" wieder erzeugen und weitersenden <63>,<128>,<150>,<166>,<218>,<222>,<246>.



Beim Token-Verfahren muß ein Teilnehmer mit Sonderaufgaben (z.B. erstmaliges Einspeisen des Token oder Regenerierung des verlorengegangenen Token) beauftragt und dadurch ausgezeichnet werden. Beim periodischen Weiterleiten des Senderechtes formen die Stationen einen logischen Ring, der sich in den unterschiedlichsten physikalischen Topologien manifestieren kann; z. B. physikalischer Ring, Bus oder sogar Stern. Bei den letzteren ermöglicht die zentrale Administration des Ringes eine adaptive Umordnung der Reihenfolge und dadurch Optimierung der Wartezeiten.

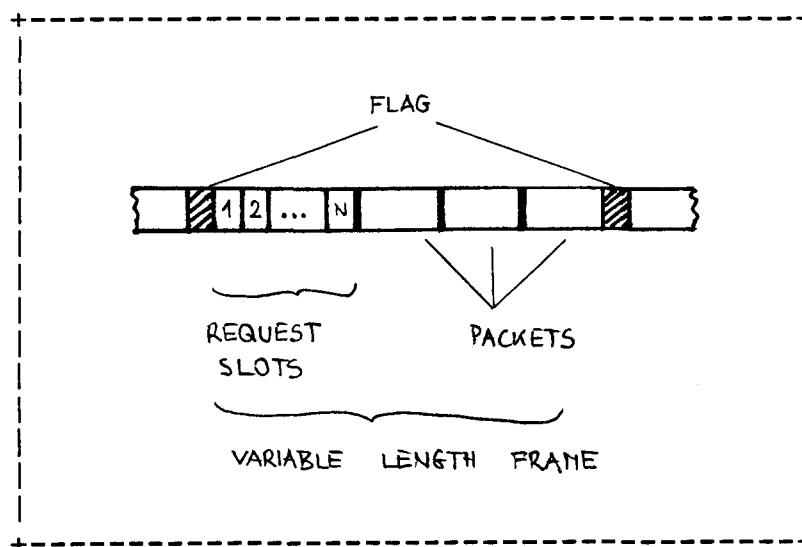
Eine wichtige Eigenschaft der Token-Organisation ist, daß entweder mehrere Pakete nacheinander übertragen werden können (Newhall Ring), oder Frames mit variabler Länge gesendet werden können, die maximale Sendezeit ist aber auf jeden Fall limitiert, weil die maximale Zahl der gleichzeitig auf dem Ring befindlichen Bits begrenzt ist. So ergibt sich zum Beispiel in einem 10 km langen Ring mit n Stationen, 5µsec/km Ausbreitungsverzögerung und 10 Mbit/s Bandbreite, wo eine Station nach der Verarbeitung des ersten Bits den Tokenindikator erkennt, eine maximale Ringbitzahl von nur $500+n$.

Das IEEE Token-Verfahren bildet eine Mischform der Zugangsregelung, um möglichst alle bewährten oder perspektivischen Methoden im Standard beibehalten zu können. Hier ist sowohl die zentrale (administrierte) als auch die dezentrale Ringsteuerung möglich. Der Empfang des Token berechtigt allein noch nicht zum Senden von Nutzdaten, weil die Stationen in ihrem Grundzustand "out of ring" sind. Sie dürfen lediglich das Token weiterleiten; dieses Weiterleiten erfolgt nicht nach der topologischen Reihenfolge, sondern ausgewählt. Eine Station betritt den "using token" Zustand ausschließlich für die Zeit einer Sitzung (session). Sie darf sich erst aktivieren, wenn das "demand window" geöffnet worden ist. Dies geschieht bei zentraler Steuerung einmal im Zyklus oder nach jeder Token-Weitergabe. Das Betreten des Ringes bildet eine Konkurrenzsituation, hier können Konflikte auftreten, und sie werden unterschiedlicherweise aufgelöst.

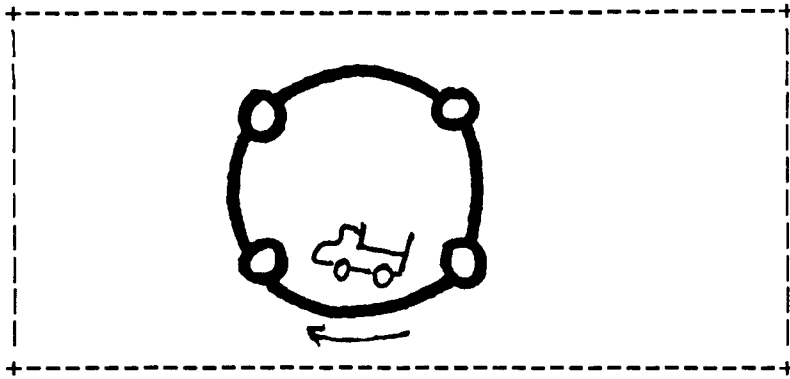
Was die Seite der Implementation betrifft, sind sich die Experten einig, daß von den IEEE-Zugangsmethoden das Token-Verfahren viel komplexer als CSMA/CD, aber dennoch beim heutigen Technologiestand integrierbar ist auf LSI Chips. Sein Vorteil ist, daß es "fair" oder "unfair" sein kann, je nach Art der Anforderung. Es ist beabsichtigt, passive(!) Taps verwenden zu können. Das Verfahren ist deterministisch, und auch für real-time Anwendungen geeignet. Daten und Sprachübertragung können gleichzeitig bei höherer Priorität der Sprachübertragung stattfinden.

2.2.6.2 Reservierungsmethoden

In dem Multi Level Multi Acces Schema (MLMA) <14>,<65>,<197>,<201> ist die Zeitachse in Slots, diese wiederum in Minislots eingeteilt und den einzelnen Benutzern zugeordnet (feste Reihenfolge = feste Priorität, variable Reihenfolge = variable Priorität). In den ersten Minislots stehen die Reservierungswünsche und danach in den reservierten Minislots die Nutzdaten.

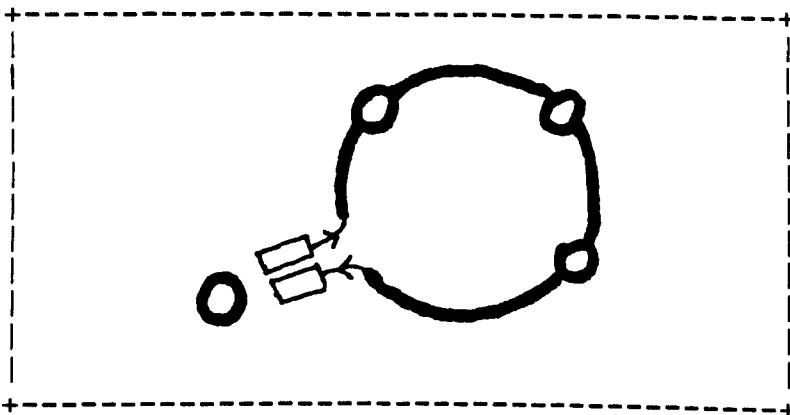


Eine andere Form der logischen Ringorganisation ist das Empty Packet oder Empty Slot Verfahren. Die zentrale Instanz sendet ständig leere Pakete im Ring herum, die sendewillige Station ersetzt das leere Paket durch ein gefülltes und schließlich erzeugt sie ein neues "Empty Packet". Die Pakete oder Slots sind von fester Länge und besitzen eine feinere Innenstruktur, um Kontrollinformation tragen zu können.



Theoretisch könnten gleichzeitig mehrere gefüllte Slots den Ring benutzen, die Länge wäre aber dann zu verkürzen (für vier Simultanpakete z. B. je 250 Bits); dabei wächst der relative Overhead jedoch überproportional. Deshalb hat sich das "Single Slot" als günstigste Konfiguration herausgestellt. Nach diesem Prinzip arbeiten der Cambridge Ring und seine zahlreichen Implementationen in Großbritannien, sowie seine Abkömmlinge, das Marktprodukt POLYNET und PLANET.

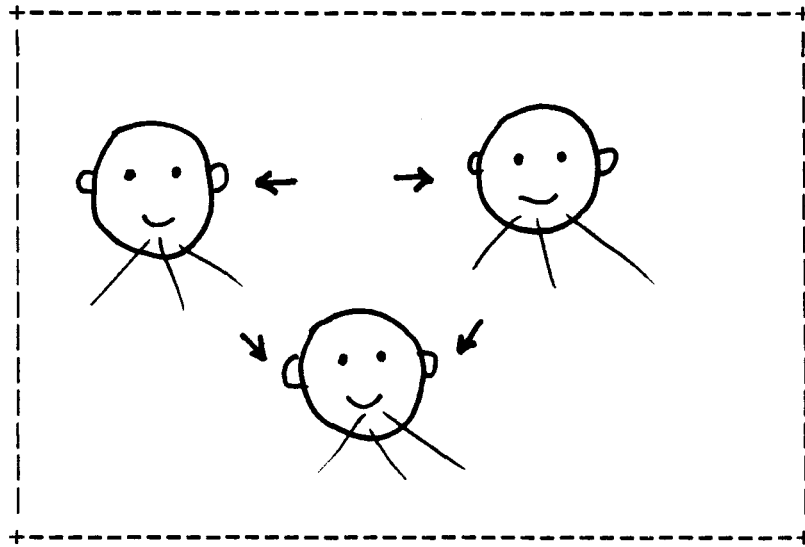
Register Insertion. Die an den Ring angeschlossene Station besitzt einen Sende- und einen Empfangsspeicher. Während sie aus ihrem Sendespeicher überträgt, nimmt sie gleichzeitig den laufenden Ringverkehr im Empfangsspeicher auf. Nach Beendigung des eigenen Sendens werden die zwischengespeicherten Daten in den Ring eingefügt. Das Verfahren realisiert ein vorübergehendes Aufbrechen des Ringes und ist deswegen im Hinblick auf die Zuverlässigkeit problematisch.



Register Insertion ist besonders geeignet für Konfigurationen, bei denen der Hauptverkehr zwischen benachbarten Stationen abzuwickeln ist. Nach diesem Prinzip arbeitet der HASLER RING, SILK genannt, mit Pilotanwendungen für integrierte Text- und Sprachkommunikation bei der Deutschen Welle.

2.2.6.3 Random Access Methoden

Pure ALOHA. Die älteste Random Access Methode wurde für Fernnetze mit echter Radiowellenübertragung konzipiert. Alle Geräte haben zu einem beliebigen Zeitpunkt Zugang zum Medium. Dies verursacht viele Kollisionen, dadurch viele Wiederholungen und niedrige effektive Durchsatzraten. Mit Voraussetzungen kann abgeleitet werden, daß der Durchsatz $1/2e$ des theoretischen Maximalwertes nicht überschreiten kann.



Carrier Sense Multiple Acces (listen before talking). Die Bezeichnung erklärt das wesentliche des Verfahrens: das sendewillige Gerät hört zunächst das Medium ab (carrier sensing), und darf erst dann anfangen zu senden, wenn keine Signale empfangen werden. Bei freiem Medium hat aber jede Station Zugriffsrecht (multiple access). Es führt nun zu Konflikten, wenn mehrere Teilnehmer innerhalb der Signallaufzeit zu übertragen beginnen. Deshalb ist diese Methode für Satellitenübertragung, wo die Signallaufzeit viel länger (250msec) als die Übertragungsdauer ist, nicht geeignet.

Konflikte können dadurch erkannt werden, daß innerhalb einer Zeit keine Quittung eintrifft (positive acknowledgement). Eine noch schnellere Erkennung ermöglicht die ETHERNET-Methode, CSMA/CD genannt (collision detect), durch Abhören und Vergleichen von empfangenen und von eigenen Signalen. Bei manchen Konflikterkennungsverfahren wird die durch die sendende Station erkannte Kollision auch den anderen mitgeteilt (durch das verzögerte Einstellen des Sendens, "jamming signal").

Es gibt mehrere Arten von CSMA Verfahren, sie unterscheiden sich darin, wie der zurückgestellte Übertragungswunsch wiederholt wird:

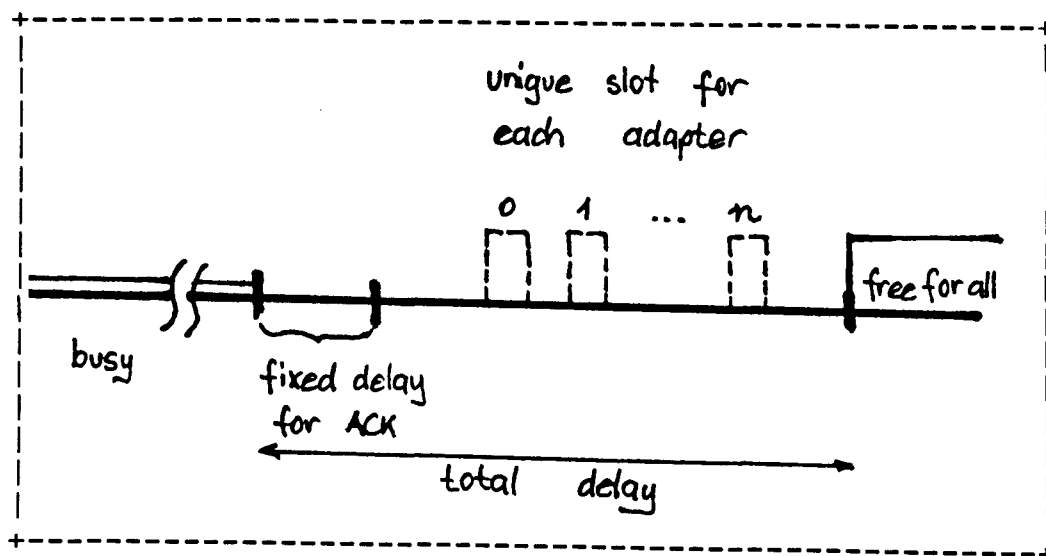
- * non-persistent CSMA
nach einer zufällig gewählten Verzögerungszeit
- * 1-persistent CSMA bei freiwerdendem Medium sofort (sichere Kollision wenn zwei schon darauf warten)

- * p-persistent CSMA nach Freiwerden des Kanals mit Wahrscheinlichkeit p kleiner als 1. Es werden bei jeder Station Timer gestartet und die Zeitachse in Slots eingeteilt (Dauer = maximale Signallaufzeit). Mit der Wahrscheinlichkeit $1-p$ hören die Stationen noch einen weiteren Slot ab und senden dann bei freiem Kanal, oder verhalten sich als wäre eine Kollision aufgetreten bei weiterhin belegtem Kanal.

Nach einer Kollision müssen alle Beteiligten die Übertragung wiederholen. Für die Regelung des Zeitpunktes des nächsten Wiederholversuchs gibt es Konfliktbereinigungsmethoden (backoff), die durch automatische Reservierung die Kollisionswiederholungen völlig vermeiden. Andere Verfahren lassen einen nächsten Versuch erst nach einer zufälligen Verzögerungszeit zu. Die Verzögerung kann konstant oder adaptiv verlängert sein (z.B. binary exponential backoff bei Ethernet). Die Auswahl des Verzögerungsintervalls hat wesentlichen Einfluß auf das Systemverhalten bei Überlastung. Bei der fester Verzögerung strebt der Durchsatz mit wachsender Benutzerzahl gegen 0, bei adaptiven backoff Algorithmen aber gegen einen annehmbaren Anteil des Maximalwertes.

Verbesserte CSMA-Methoden sind mit dem Ziel erarbeitet worden, die Zahl der Konflikte zu beherrschen (völlig vermeiden oder nur eine Kollision je Nachricht zulassen). Wo es spezielle Anwendungen sinnvoll erscheinen lassen, kann die "faire" Eigenschaft von CSMA zugunsten ausgezeichneter Stationen aufgegeben werden (prioritized CSMA, P-CSMA).

HYPERCHANNEL arbeitet mit den Stationen fest zugeordneten Prioritäten.



Nach dem Übertragungsende werden Hardwaretimer gestartet. Der erste Slot dient dem Adressaten zur Quittierung. Dann folgen reservierte Zeitschlitz, in denen ein Sendebeginn der berechtigten Station eine ungestörte Übertragung garantiert.

Das völlige Ausschließen von Benutzern niedriger Priorität während hoher Belastung kann durch dynamisch wachsende Priorität mit zunehmender Zahl vergeblicher Zugangsversuche vermieden werden.

Tobagi schlägt eine noch flexiblere Methode vor. Nicht die Stationen sondern die Nachrichten werden mit Prioritäten versehen. So können z.B. interaktive Sendungen File Transfer überholen. Die Methode ist äußerst kompliziert, weil ein Teilnehmer mit vorbereiteter Nachricht im verteilten System die relative Priorität der Nachricht bestimmen können muß.

Eine Mischform von Reservierung und Random Access bildet Spaniol's Methode das "Slotted Ethernet Konzept" <65>, <132>, <144>, <194>. Die Zeitachse ist in Slots fester Länge und diese in Minislots eingeteilt. Ein Slot kann freibleiben, wenn er unbenutzt abläuft, oder einem Benutzer zugeordnet werden (im ersten Minislot) und ihm dadurch eine ungestörte Übertragung gewährleisten. Wenn eine Station einen nicht reservierten Slot erkennt, hat sie das Recht, ihn mit ihren Nutzdaten zu füllen. Führt dies zu einer Kollision im zweiten Minislot, so wird die Übertragung abgebrochen und durch die Prioritätsmeldungen der Beteiligten im dritten Minislot automatisch der folgende Slot für den Höchstprioritären reserviert.

Gable und Sherman <101> haben eine Zugangsmethode mit Informationsrückkopplung entwickelt (Feedback CSMA/CD). Es wird eine Statusvariable geführt, deren Differential abhängig ist von der Zeitdauer der eigenen Sendung und von der Dauer der Kollision, gemessen am Medium, an der Stelle der jeweiligen Station. Dies ist die rückgekoppelte Ersatzinformation. Der Wert der Statusvariable ist durch die Spannung eines Kondensators repräsentiert, die Ausbreitung der Zustandsänderungen des Mediums (idle \Leftrightarrow eigene Sendung \Leftrightarrow nicht eigene Sendung \Leftrightarrow Kollision) wird durch zwei Integratoren repräsentiert. Nach dem ersten Freiwerden des Mediums wartet jede Station $2d$ Zeit ab (d = Ausbreitungsverzögerung), denn danach werden mit großer Sicherheit keine angefangenen und zurückgestellten Sendungsbruchstücke mehr empfangen. Laut vorgeschlagener Strategie fängt die jeweilige Station erst an zu senden, wenn festgestellt worden ist, daß das Medium frei ist und die Größe der Statusvariable eine Schwelle überschritten hat. Es ist erwiesen, daß ab dieser Zeit die Kollisionen, die erst jetzt zwischen den sich gleichermaßen verhaltenden Teilnehmern entstehen, innerhalb endlicher Zeit ($6d$) verschwinden werden.

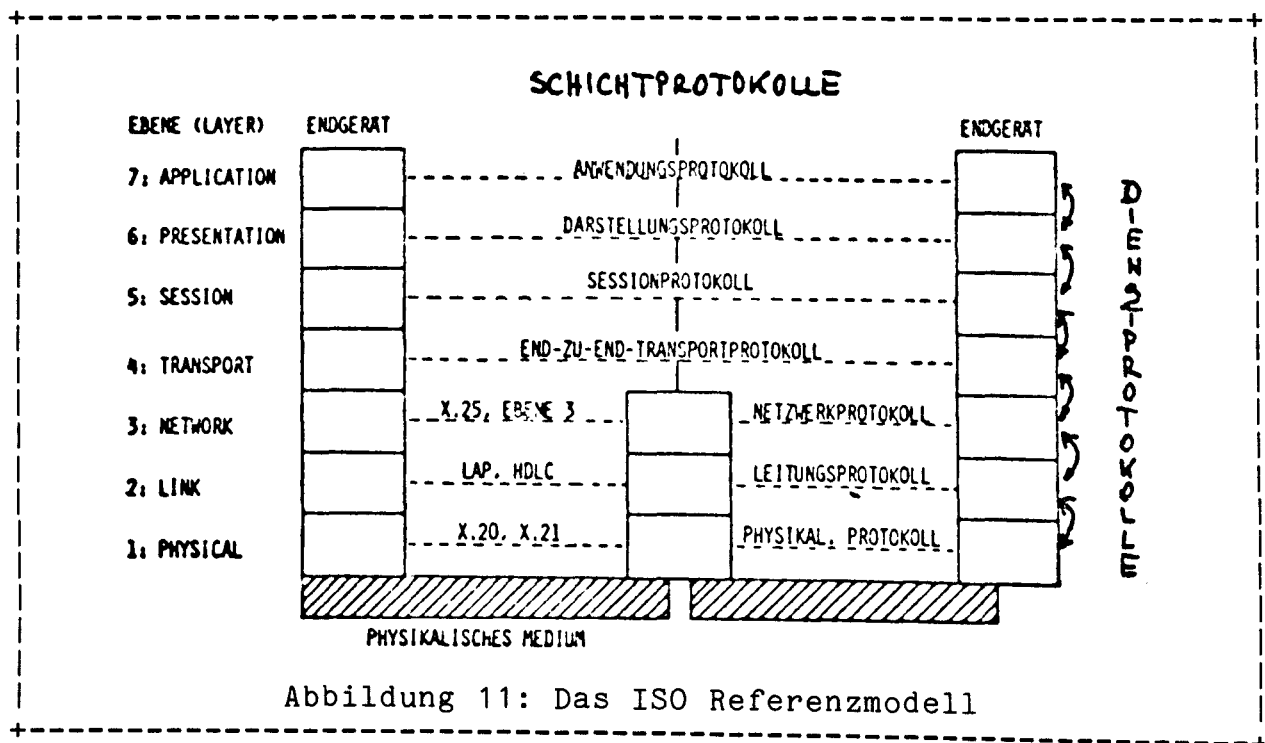
Das Verfahren bildet eine verteilte Kollisionsbereinigungsmethode, deren Hardware-Implementation äußerst einfach ist. Simulationsergebnisse zeigen, daß

- der Durchsatz mit unendlich wachsender Benutzeranzahl nicht gegen 0 geht, wie bei reinem CSMA/CD, sondern in der Nähe des Maximalwertes bleibt. (Zum Stabilisieren des in sich instabilen reinen CSMA/CD sorgt bei Ethernet die zusätzliche Kontrollprozedur Binary Exponential Backoff.)
- das Wiederversuchintervall in einer Station nach oben begrenzt ist (Grenzwert = $6d$).
- Sendeverzögerungen wesentlich kleiner als beim CSMA/CD sind. Die Abweichung der Wartezeit ist kleiner als der Erwartungswert, und wächst bei zunehmender Belastung langsamer als jener. (nicht wie bei CSMA/CD)

2.2.7 ANGEWANDTE PROTOKOLLE

In einem hierarchischen Konzept eines Rechnernetzes, in dem datenverarbeitungsorientierte Funktionen, transportorientierte Funktionen und physikalische Übertragung voneinander getrennt betrachtet und realisiert werden, verstehen einander immer nur Partner der gleichen Ebene. Jede Ebene empfängt Dienstleistungen von der darunterliegenden Ebene. Für jede Ebene ist völlig transparent, wie die Kommunikationsfunktionen in den unteren Bereichen aufgeteilt und durchgeführt werden. Die horizontalen und vertikalen Beziehungen zwischen den verschiedenen Partnern des hierarchischen Systems werden durch Protokolle geregelt. Die sogenannten Schichtprotokolle dienen zum Austausch von schichtspezifischen Steuer- und Nutzdaten. Die Dienstprotokolle regeln den Datenaustausch zwischen benachbarten Ebenen.

Dienstprotokolle werden in Form von Software-Schnittstellen (Aufruf- und Parameterübergaberegeln zwischen Hauptprogramm und Unterprogramm) entsprechend dem jeweiligen Betriebssystem realisiert. Die Dienstleistung für die höher liegende Ebene wird oft als Service bezeichnet. Im ISO Referenzmodell werden sieben Schichten unterschieden und dementsprechend können sieben Schichtprotokolle spezifiziert werden.



Einige wichtige Begriffe in der Terminologie dieses Kapitels seien an Hand der Abbildung 12 erläutert. Ein Netzknoten besteht aus einem Rechner und aus Kommunikationseinheit(en) (communications interface unit (CIU) oder interface message processor (IMP)). Die Kommunikationseinheit selbst ist meist auch ein spezialisierter, programmierbarer Mikrorechner. Die eigenartige Innenarchitektur der Kommunikationseinheit, der erreichbare Grad der Integration mit VLSI-Technik ist in <178> und in <147> behandelt. Die Gesamtheit aller Kommunikationseinheiten zusammen mit dem Medium wird als Kommunikations- Subnetz betrachtet. Es gibt zwei grundsätzlich

unterschiedliche Subnetztypen: das Punkt-zu-Punkt-Subnetz, bei dem die store & forward Fähigkeit der Kommunikationseinheit unerlässlich ist zur Verbindung zwischen nicht benachbarten Kommunikationseinheiten; sowie das Broadcast Subnetz, wo allen Kommunikationseinheiten alle Informationen im Medium verfügbar sind. Die Architektur und das gesamte Kommunikationskonzept der Kommunikationseinheit (Ebenen 1-3) in den beiden Subnetztypen ist sehr unterschiedlich. Die Transportschicht kann gleich sein und die Protokolle der höheren Ebenen (5,6,7) sind mit denen der Fernübertragungsnetze gut vergleichbar, verlangtermaßen identisch.

Das Subnetz stellt einen Datenübertragungsdienst (innerhalb eines lokalen Netzes) dem Knotenrechner zur Verfügung. Benutzer des Subnetzes sind die sog. Host-Prozesse. Ein Host-Prozeß ist eine zusammenarbeitende Gruppe innerhalb des Rechners: der Benutzerprozeß, die Sitzungs- und Anpassungsprogramme des jeweiligen Betriebssystems und das Transportprogramm. Im Rechner laufen mehrere Host-Prozesse parallel.

Ebene 1 im ISO Referenzmodell unterstützt die Data Link Ebene mit dem Auf- und Abbau einer physikalischen Verbindung und mit der Übertragung von Bits. Sie ist die einzige Ebene, die sich nicht einer weiteren Ebene bedient, sondern lediglich das Medium benutzt. Die immer wiederkehrende Fragestellung lautet: wieviel km lang darf die Leitung sein, wieviel Volt repräsentiert das Bit 1, wieviel Stifte der Interface-Stecker der Kommunikationseinheit hat, wo die Netzversorgung herkommt, ob die Bitübertragung gleichzeitig in beiden Richtungen erfolgt, usw.

Auf der Data Link Ebene stehen jeweils zwei benachbarte Kommunikationseinheiten in Verbindung. Aufgrund einer unzuverlässigen physikalischen Verbindung stellt Ebene 2 der Netzwerkebene ein möglichst fehlerfreie Kommunikationseinheit -Kommunikationseinheit Datenverbindung (link) zur Verfügung. Die Daten werden in Frames (Rahmen) eingeteilt, falsche Frames werden wiederholt, bis sie bei der CRC- Kontrolle für richtig befunden werden. Die schnellere Kommunikationseinheit ist durch einen Flußkontrollmechanismus an den langsameren Nachbarn angepasst. Die Datenverbindung besteht nur vorübergehend, sie wird auf- und abgebaut.

Erst auf der Netzwerkebene wird das gesamte Netzwerk in Betracht gezogen. Hier wird der Transport von Nachrichten zwischen Quell-Kommunikationseinheit und Ziel-Kommunikationseinheit evtl. über mehrere andere Kommunikationseinheiten bewerkstelligt. Außer Wegsteuerung (routing) lauten die Aufgaben ähnlich wie vorher (Auf- und Abbau von logischen Kanälen, Aufteilung in Pakete, Flußkontrolle, Fehlererkennung und Beseitigung); jedoch deutlich auf einer übergeordneten Hierarchie-Ebene. Charakteristisch für das jeweilige Subnetz ist, wie die Aufgabenteilung und daher die Schnittstelle zwischen Kommunikationseinheit und Host definiert ist. Die wichtigen Dienstleistungstypen der Transportebene sind Virtual Circuit Service und Datagram Service.

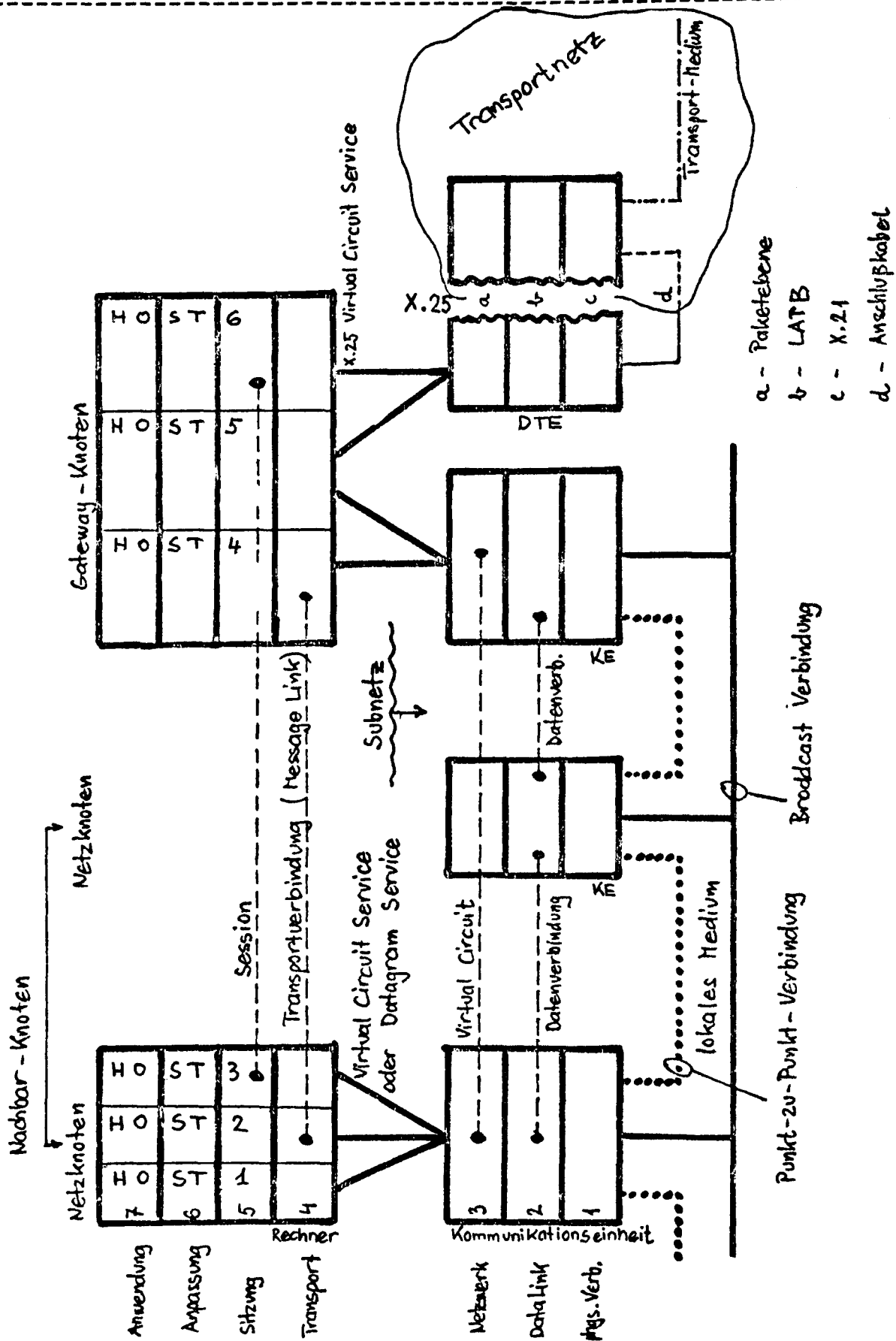


Abbildung 12: Das ISO Referenzmodell

Die Transportebene steuert die Kommunikation zwischen zwei Endpunkten im Netz, d.h. zwischen zwei Host-Prozessen, evtl. über mehrere Netzwerke hinweg. Sie ist die erste echte End to End Ebene, in der zwei Programme in den beiden entfernten Rechnern miteinander in Beziehung treten. Die Benutzerprozesse in den oberen Ebenen bedienen sich des zuverlässigen und effektiven End to End Transport Service der Ebene 4. Die Addressierung und das Benennen (Naming) von Hosts gewinnen eine besondere Bedeutung, weil auf dieser Ebene der Internetworking Aspekt in Betracht gezogen wird. Die End to End Transport Verbindung (\neq Virtual Circuit) muß auf- und abgebaut, flußgesteuert und fehlergesichert werden. Das Transport System (Ebenen 1-4) bewirkt, daß das Host-Programm beim Ansprechen seines Partner-Hosts nicht bemerkt, wie weit die Daten evtl. zu transportieren sind. Für die übergeordneten Prozesse ist nicht feststellbar, ob der Partner sich im gleichen Rechner oder weit entfernt befindet.

Die Session-Ebene hat wenig zu tun. Der entfernte Benutzer (oder sein Benutzerprogramm) muß bei der Eröffnung (binding) einer Sitzung identifiziert werden, und seine Berechtigung muß überprüft werden. Zugriffsrechte zu entfernten Dateien, Abrechnungsmodalitäten (distributed accounting) usw. müssen vorher vereinbart werden. Partner auf dieser Ebene sind Funktionen im Betriebssystembereich. In vielen Netzen existiert keine Session-Ebene als solche, ihre Funktionen werden auf bereits vorhandene Betriebssystemfunktionen abgebildet.

Im Gegensatz zu den unteren Ebenen, wo die übertragenen Daten für das Transportsystem transparent sind, werden die Daten auf der Presentation-Ebene inhaltlich näher untersucht. In einem Netz mit heterogenen Knoten (die meisten Netze sind solche) müssen zum Verständnis die unterschiedlichen Datenformate, Steuersprachen und Filestrukturen transformiert und angepasst werden. Eine vernünftige und generelle Lösung hier ist die Verwendung der Zwischenstufe der sog. virtuellen Datenstrukturen wie sie beim Virtual Terminal, Virtual File und Virtual Job Service zur Anwendung kommen. Auf dieser Ebene sind Netzwerk-Dienste wie Datenkompression und -verschlüsselung (data encryption) angesiedelt.

Auf der Anwendungsebene führen die Anwendungsprozesse die Kommunikationsaufgaben der Benutzer aus. Dafür soll keine Standardisierungsanstrengung unternommen werden. Ziel zukünftiger Forschungsarbeit für diese Ebene ist es, die dynamische, laufzeit- und speicherbedarf-abhängige Verteilung von Programmoduln auf einzelne Rechner (distributed computation, distributed operating systems), und die Verteilung zugehöriger Datenbestände (distributed data bases) zu erarbeiten.

Aus dieser Kurzfassung sämtlicher Kommunikationsfunktionen ergibt sich eine Reihe sich ständig wiederholender Aufgaben. Zur Verdeutlichung muß jedesmal untersucht werden, in welchem Verhältnis die Tätigkeit durchgeführt wird, welche Instanzen gerade Partner sind. (z.B. Link \neq Virtual circuit \neq Transport Connection oder Frame \neq Paket \neq Message usw.)

2.2.7.1 Data-Link-Protokolle

Bei einer Datenverbindung (Link) wird eine bereits aufgebaute physikalische Verbindung vorausgesetzt. Der Aufgabenteil der sogenannten Streckenschicht ist:

- * Aufbau einer Verbindung jeweils zwischen zwei benachbarten Kommunikationseinheiten.
- * Durchführung und Überwachung der Datenübertragung so, daß der Netzwerkschicht ein fehlerfreier logischer Kanal (Link) zur Verfügung steht.
- * Abbau der Verbindung.

Es existiert keine Methode, die Fehler erkennen könnte in einem ständigen, zufälligen Datenfluß. Fehler können nur erkannt und evtl. verbessert werden, wenn die Daten in Blöcke eingeteilt und mit einem Fehlerkode (z.B. Cyclic Redundancy Check) versehen übertragen werden. Durch den Zwang zum Aufteilen der Daten entstehen die meisten Probleme der Übertragung. Wie sollen die Daten aufgeteilt und die Blöcke begrenzt werden (framing)? Wie soll gewährleistet werden, daß die Begrenzungszeichen unter den Nutzdaten vorkommen können und doch die Blockgrenzen richtig erkannt werden können (Transparenz)? Durch fehlerbehaftete Medien können die Daten verfälscht werden, Datenblöcke verlorengehen, dupliziert werden oder in falscher Reihenfolge ankommen. Daher lauten die weiteren Aufgaben der Data-Link-Protokolle:

- * Fehlererkennung durch Fehlerkodeüberprüfung (i.a. CRC), Ablehnung bzw. Wiederholung des fehlerhaften Blocks;
- * Sequenzsteuerung: Numerierung der einzelnen Blöcke in der Reihenfolge des Sendens, um beim Empfangen die Vollständigkeit einer Nachricht überprüfen und die Datenblöcke wieder in die richtige Ordnung bringen zu können.
- * Flußkontrolle mit einem speziellen Fenstermechanismus (windowing)
- * Bit, Zeichen und Blocksynchronisation
- * Ablaufsteuerung
- * Time-out und Start-up-Funktionen

Die in store & forward Netzen meist verbreiteten Data-Link-Protokolle sind folgende: Binary Synchronous Control (BSC) hat IBM 1960 für halbduplex Operationen entworfen, es ist bisher das meist gebrauchte Protokoll in der USA. Der 1973 eingeführte Nachfolger heißt SDLC, das synchrone, bit-orientierte, mit Polling/Selection-Technik arbeitende, asymmetrische, in SNA integrierte Protokoll. IBM hat SDLC für die Standardisierung vorgeschlagen. ANSI hat es mit Modifikationen als ADCCP (Advanced Data Link Control Protocol) angenommen. ISO hat es ebenfalls leicht verändert und unter dem Namen HDLC (High Level Data Link Control) eingeführt. CCITT adaptierte und modifizierte HDLC und brachte es als Bestandteil des X.25 Interface-Standards zunächst als LAP, später als LAPB (Line Access Protocol Version

B, Balanced) heraus. Diese bit-orientierten Protokolle haben also einen gemeinsamen Ursprung und unterscheiden sich sehr wenig. Digital Data Communication Message Protocol, DDCMP von DEC ist ein byte-orientiertes Protokoll, das mit voll- oder halbduplex, synchronen oder asynchronen Leitungen arbeitet, im Punkt-zu-Punkt oder im Mehrpunktbetrieb.

Data-Link-Protokolle im Vergleich

Bei BSC sind die Stationen gleichberechtigt, die sendende Station führt eine Folge der Operationen Senden, Empfangen und Bestätigen (nur halbduplex Betrieb). Sie arbeitet mit 16 Bit Block Check Sequence (BCC), welche nach einem von CRC verschiedenen Verfahren berechnet wird. Für Kontrollfunktionen sind Kontrollzeichen vorgesehen:

EOT - end of transmission

INQ - Aufruf auf Antwort

STX - start of text

DLE - data link escape wird benötigt um Kontrollzeichen zu unterscheiden; Transparenz wird durch "Bytestuffing" von DLE's gewährleistet

Die Übertragung eines Frames kann z.B. so erfolgen:

SYN ->

SYN ->

SYN ->

INQ ->

ACK <-

STX ->

DATABYTE ->

DATABYTE ->

BCC ->

BCC ->

ACK <-

BSC kann sowohl EBCDIC als auch ASCII oder Transcode Zeichen akzeptieren. Im Mehrpunktbetrieb wird die Sekundärstation durch ein Prefix vor dem Kontrollzeichen adressiert bzw. identifiziert.

Die bit-orientierten Protokolle (SDLC, HDLC, ADCCP, LAPB) gewährleisten Transparenz durch "bitstuffing". Sie können halb- oder vollduplex, Punkt-zu-Punkt oder Mehrpunkt Leitungen, die private Standleitungen oder öffentliche Wählleitungen sind, betreiben. Im Normal Response Mode (NRM) ist eine der beiden Stationen Primärstation, die andere Sekundärstation. Beide benutzen die Leitung im halbduplex Mode. Beim Asynchron Response Mode (ARM) besteht die gleiche Rangordnung, wird jedoch die Vollduplex-Fähigkeit der Leitung vorausgesetzt und ausgenutzt. Der meistens verwendete Asynchron Balanced Mode (ABM) arbeitet vollduplex, wobei beide Stationen gleichberechtigt sind. Die Framestruktur ist in Abbildung 13 dargestellt.

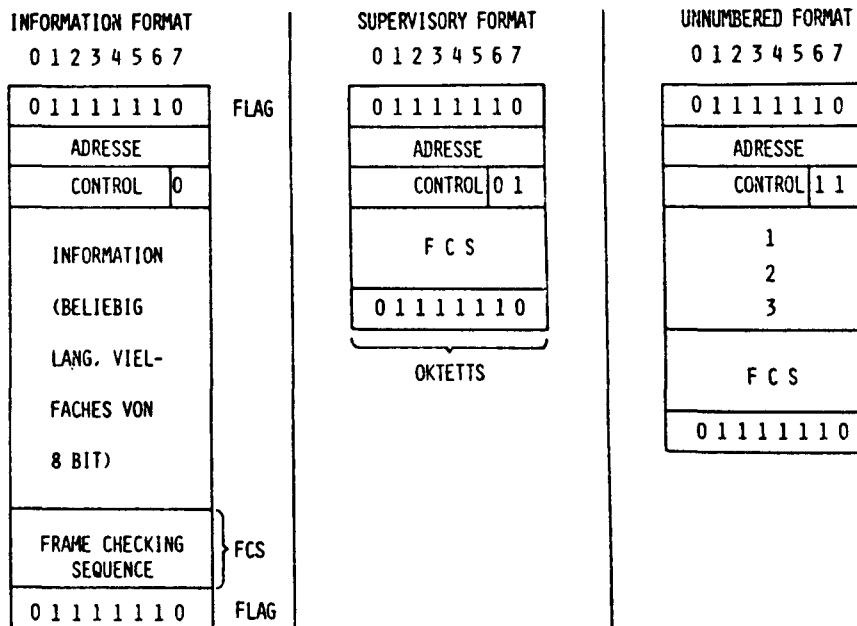


Abbildung 13: Framestruktur der bit-orientierten Protokollen

Es gibt Informations-, Unnumbered-, Synchronisations- und Kontroll-Frames. Unnumbered Frames dienen zum Verbindungsauf- und Abbau:

SNRM Set NRM (SDLC kennt nur diesen Mode)
 SABM Set ABM (nur bei HDLC und LAPB)
 DISC Disconnect - Abbau
 UA Unnumbered Acknowledgement - Bestätigung
 FRMR Frame Rejected - Unterbrechung, Anfangszustand

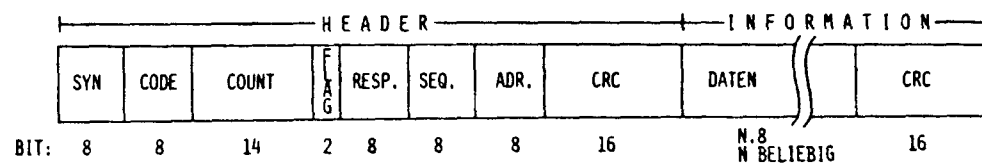
I-Frames tragen die eigentliche Nutzinformation und werden mit Hilfe der beiden Folgeregister V(S) und V(R) mit Folgenummer N(S) und N(R) versehen. N(S) und N(R) (send/receive) arbeiten modulo 8, daher können höchstens acht unbestätigte Frames zwischengepuffert werden.

S-Frames werden zur positiven und negativen Bestätigung sowie zur Flußkontrolle verwendet.

REJ Reject - Folgefehler, negative Bestätigung
 RNR Receive not ready - nicht empfangsbereit
 RR Receive ready - bereit zum Empfangen des nächsten Frame
 SR Selective reject - Aufforderung zum Wiederholen des spezifizierten Frame
 (bei HDLC und ADCCP vorhanden, bei SDLC und LAPB nicht)

Sequenzsteuerung und Flußkontrolle werden zusammen durch den sog. "sliding window"-Mechanismus vorgenommen. Das Fenster ist ein zyklisches Folgenummerintervall, dessen Breite ein von der Pufferkapazität abhängiger, wichtiger Protokollparameter ist (z.B. 0-7). Die Folgenummer des ausgesendeten Frame wird im sog. "sending window" als besetzt vermerkt, bis dessen Empfang positiv bestätigt wurde. Dadurch wird das Ende des Intervalls der besetzten Folgenummern im Fenster weitergeschoben. Der jeweilige Fensteranfang wird mit den Bestätigungen - also mit den freiwerdenden Folgenummern - weitergeschoben. Der Sender darf nur Frames senden falls im Fenster freie Folgenummer zu finden sind. Der Empfänger rollt den Anfang seines "receiving window" mit den fehlerlos erhaltenen Frames bei jeder Bestätigung weiter, lehnt aber alle Frames ohne Rückmeldung ab, die eine Folgenummer haben, die im "receiving window" als besetzt vermerkt worden ist.

DDCMP arbeitet weder mit Byte Stuffing noch mit Bit Stuffing, sondern sieht im Header eines jeden Frames einen "Count" zur Bestimmung der Länge des Frame vor (Abbildung 14). Der Header wird unabhängig vom Datenteil durch ein zweites CRC geschützt. Die Fenstergröße beträgt 256 Bytes. Die Bestätigung erfolgt explizit oder auf dem Rücken eines in Gegenrichtung übertragenen Informations-Frames (piggybacking). Die Data-Link-Funktionen sind durch eine saubere Software-Schnittstelle den höheren Ebenen sowie dem Benutzer zugänglich gemacht. Die aufrufbaren Prozeduren sind: INIT/STOP LINE, TRANSMIT/RECEIVE MESSAGE, ENTER MAINTENANCE MODE (loopback testing)



SYN Synchronisierungszeichen

CODE SOH: Datenübertragung
 ENQ: Steuernachricht
 DLE: Bootstrapping (down line loading)

COUNT Länge des Datenfeldes. Dadurch wird das Ende des Rahmens bestimmt

RESP. } Entspricht N(R) bzw. N(S) bei HDLC. Um auch die Verzögerung bei Satellitenübertragung einzukalkulieren,
SEQ. } sind hier 8 bit vorgesehen, also bis zu 255 ausständige Rahmen sind möglich.

ADR. Adresse, wenn im Mehrpunktbetrieb verwendet.

Abbildung 14: DDCMP Frame-Format

In Abbildung 15 werden die aufgeführten Data-Link-Protokolle nach der Synchronisationsart aufgeteilt und nach folgenden Gesichtspunkten verglichen: Zeichenlänge, Vollduplex-Fähigkeit, Overhead, Vorhandensein von Sequenzsteuerung, Anzahl unbestätigt übertragbarer Blöcke.

Protocol Comparison					
PARAMETER	Bi-Sync	SDLC,BDLC	ADCCP	HDLC	DDCMP
Character length (bits)	8	any	any	any	8-bit multiple
True full-duplex transmission capability	no	yes	yes	yes	yes
Control overhead	112 bits -	24 bits	24 bits minimum	24 bits minimum	96 bits
Control sequence error checking	no	yes	yes	yes	yes
Allowed unacknowledged transmit frames (blocks)	2	8	8 minimum	8 minimum	256
Bit parallel capability	yes	no	no	no	yes

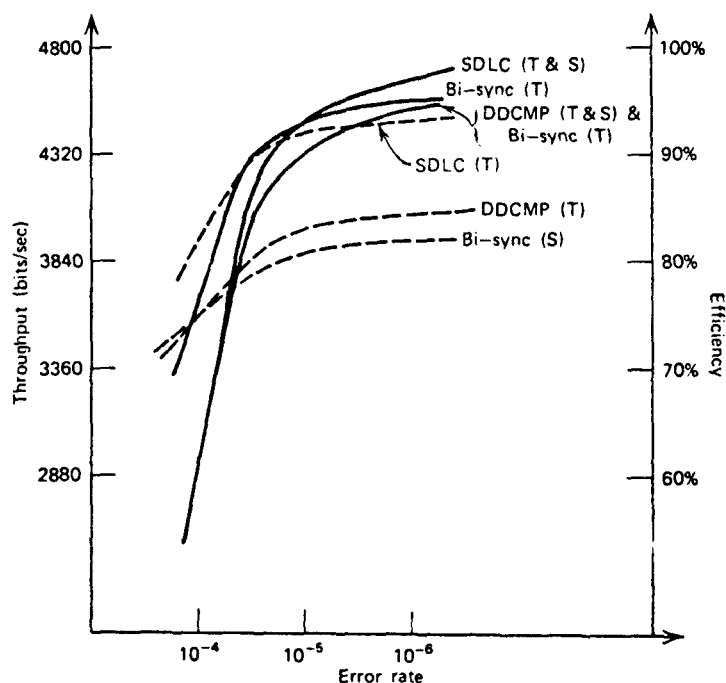
Abbildung 15: Data-Link-Protokolle im Vergleich

In Abbildung 16 werden die Übertragungsabläufe verglichen:

Betriebsart	ASCII-Code (BSC) Halbduplex	HDLC (SDLC) Vollduplex	DDCMP Vollduplex
Übertragung	seriell	seriell	seriell oder parallel
Transparenz	Character stuffing	Bit stuffing	Count
Aufforderungs- phase	ENQ	SNRM SARM SABM	ENQ STRT
Beendigungs- phase	EOT	DISC	Time-out durch Nicht- benützen
Übertragungs- phase	STX . . . ETX	I-Rahmen	SOH im Code-Feld
Flußkontrolle	ACK NAK	N(R) RNR, RR REJ FRMR	N(R) ACK NAK

Abbildung 16: Data-Link-Protokolle im Vergleich

Abbildung 17 stellt einen Vergleich aufgrund der normierten Durchhsatzrate dar. Normiert wurde dabei nach den Variablen: Informationsbits pro Zeichen, Informationszeichen pro Block, Zeitverzögerung zwischen Blöcken, Übertragungsgeschwindigkeit.



- Notes:
1. Solid curves are for 2000-bit frames (more suitable for satellite circuits). Dashed curves are for 500-bit frames (less suitable for satellite circuits).
 2. Terms in parenthesis:
(T) terrestrial circuits; assumed 50-msec one-way delay. (S) satellite circuits; assumed 400-msec one-way delay.
 3. Curves are for 4800-baud full-duplex communication channel.

Abbildung 17: Data-Link-Protokolle im Vergleich

2.2.7.2 Netzwerkprotokolle

Data-Link-Protokolle ermöglichen es zwei Kommunikationseinheiten, zuverlässig Frames auszutauschen über eine fehlerbehaftete physikalische Verbindung. In ähnlicher Weise sollen Netzwerkprotokolle Host-Prozessen die Illusion geben, daß sie mit dem Partner-Host unmittelbar reden können. Trotz zuverlässiger Punkt-zu-Punkt-Verbindungen (gewährleistet durch Data-Link-Protokolle) ist die Lösung nicht trivial, denn bei der mehrfachen Nachrichtenweiterleitung von Kommunikationseinheit zu Kommunikationseinheit können Störungen auftreten.

Das Produktangebot eines Netzwerkherstellers umfaßt in den meisten Fällen das gesamte Subnetz. Für den Betreiber der Knotenrechner sind das Netzwerkebene-Transportebene-Dienstprotokoll sowie die zugehörigen Garantien, also die Subnetz-Knotenrechner-Schnittstelle entscheidend wichtig.

Die beiden Arten dieser Dienstleistung sind dem Telefondienst bzw. dem Briefzustelldienst der Post analog. Der Telefonkunde muß zuerst wählen (Verbindungsaufbau), dann kann er sprechen, schließlich legt er auf (Verbindungsabbau). Inzwischen laufen komplizierte Vorgänge ab, die ihm nicht bewußt zu sein brauchen, er behält die Illusion, daß er unmittelbar mit dem Partner verbunden ist, wie Kinder mit ihrem Spiel-Drahttelefon (Virtual Circuit). Die Post garantiert, daß die Worte unverändert, in derselben Ordnung übermittelt werden. Ein Briefsender, der viel mitzuteilen hat und mehrere Briefe schickt, muß alle Briefe mit der Zieladresse versehen. Einige können ggf. verlorengehen, die Post wird sie nicht automatisch duplizieren und nachsenden. Die Briefe werden nicht unbedingt in der Sendeordnung ankommen. Die Vollständigkeit zu überprüfen bleibt Aufgabe des Empfängers. Keiner der beiden Dienste ist besser oder schlechter, sie dienen verschiedenen Kommunikationsaufgaben.

Virtual Circuit Service und Datagram Service

Virtual Circuit Service stellt dem Host einen logischen Kanal (plus Verbindungsauf- und Abbau-Prozeduren) bereit und garantiert fehlerfreie, vollständige, ordnungsgemäße Übertragung (auf Kosten eventueller Wiederholungen). Datagram Service nimmt Pakete vom Host an und versucht sie einzeln zu übertragen. Die Aufteilung in Pakete, Fehler-, Sequenz- und Vollständigkeitskontrolle sind dem Host überlassen.

Bei digitalisierter Sprachübertragung in lokalen Netzen ist es viel besser für den Hörer ein Sprachpaket zu vermissen, als nach einer Pause das durch die automatische Wiederholung verzerrte Halbwort zu bekommen (Datagramservice ist hier besser). Bankangestellte werden ärgerlich, wenn aus 1023 DM wegen eines Bit-Fehlers 1 DM wird (Hier ist Virtual Circuit Service besser).

Bei Anwendungsfällen, bei denen der Benutzer auf höhere Zuverlässigkeit besteht als das Subnetz gewährleisten kann, wird er eine zusätzliche, übergeordnete Fehlerkontrolle einführen. So ist es für das Subnetz überflüssig zu duplizieren, was auf einer höheren Ebene ohnehin gemacht wird (Datagram Service empfohlen).

Datagram Service erlaubt erfahrenen Benutzern größere Flexibilität, Virtual Circuit Service ist softwaremäßig leichter zu bedienen und wird von den meisten gängigen Betriebssystemen verstanden. Zum Thema Aufgabenaufteilung zwischen Host und Subnetz ist noch zu erwähnen, daß es sinnvoll ist möglichst viele Funktionen im Subnetz unterzubringen, weil sie dann nur einmal kodiert werden müssen. Es ist nicht günstig, bei Erweiterung durch Netzwerkfunktionen bereits arbeitende Betriebssysteme zu modifizieren.

Die Unterschiede zwischen Virtual Circuit Service und Datagram Service sind in Abbildung 18 tabelliert.

Issue	Virtual circuit Service	Datagram Service
Destination address	Only need during setup	Needed in every packet
Error handling	Transparent to host (done in the subnet)	Explicitly done by the host
End-to-end flow control	Provided by the subnet	Not provided by the subnet
Packet sequencing	Messages always passed to the host in the order sent	Messages passed to the host in the order they arrive
Initial setup	Required	Not possible

Abbildung 18: Virtual Circuit Service und Datagram Service

Bisher wurde die Schnittstelle zwischen Host und Kommunikationseinheit behandelt. Sie ist aber völlig unabhängig davon, wie die Netzwerkebene innerhalb des Subnetzes arbeitet. Dafür gibt es wiederum die beiden Philosophien:

Virtual Circuit und Datagram.

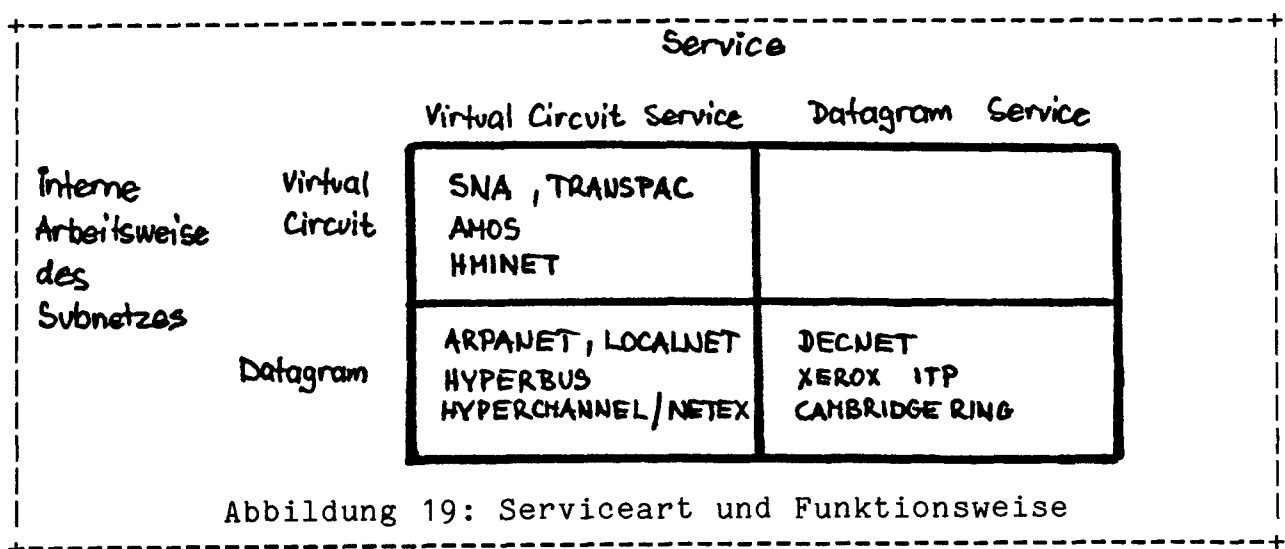
Bei der Virtual-Circuit-Arbeitsweise des Subnetzes wird eine Route zwischen Quell- und Ziel-Kommunikationseinheit etabliert und der gesamte Verkehr läuft auf diesem Wege ab. Der Aufbau prozeß ist eine Vorphase, wo zunächst (und nur einmal) eine Routing-Entscheidung fällt. Vom ersten Datenpaket geleitet werden dann Ebene-2-Datenverbindungen (Data Links) von Kommunikationseinheit zu Kommunikationseinheit etabliert. Jede Kommunikationseinheit verwaltet eine Tabelle pro durchlaufendem Virtual Circuit. Die Kommunikationseinheit hat beschränkte Virtual-Circuit-Durchlaßkapazität, sie behandelt die neuen Virtual-Circuit-Anforderungen (Virtual Circuit Requests) ähnlich dem Window Mechanismus. Jede einzelne Kommunikationseinheit führt eine unabhängige Numerierung ihrer aktiven Virtual Circuits

durch. Ein Virtual Circuit ist vollduplex, die Teil Data Links nicht unbedingt. Entlang dem Virtual Circuit können Pakete einander nie überholen, weil in jeder Teilstrecke die Sende- und Empfangsnumerierung wirksam ist, sodaß das Zusammensetzen der ursprünglichen Nachricht problemlos ist. Fällt eine Kommunikationseinheit für eine kurze Zeit aus, werden alle zugehörigen Virtual Circuits zerstört. Die weiteren Datenpakete tragen nämlich keine Routinginformation mehr, nur das erste. Bei einer temporären Überlastung oder Blockierung eines Teilabschnittes werden die darüber laufenden Virtual Circuits auch blockiert, weil es keine alternative Route gibt (Schienenverkehr - Autoverkehr).

Bei der Datagram-Arbeitsweise des Subnetzes wird jedes einzelne Paket aufgrund seiner mitgeführten Zieladresse, unabhängig von allen anderen durch das Subnetz geschleust. Die Zwischenknoten führen nur eine Tabelle für den gesamten Paketverkehr, worin steht, welche Ausgabeleitung zu wählen ist für jede mögliche Paketzieladresse. Entweder die Quell-Kommunikationseinheit oder der Quell-Host (abhängig von der Arbeitsteilung) muß jedes Paket mit einer Folgenummer versehen und auf der Zielseite muß ein Pufferbereich bereitgestellt werden, um die Nachricht wieder zusammensetzen zu können.

Die Notwendigkeit der Flußsteuerung auf der Netzwerkebene wird dadurch begründet, daß es hierbei zu Verstopfungen kommen kann. Im Zielknoten warten die Nachrichtenbruchteile auf ihre Komplettierung. Es kann aber der Fall eintreten, daß keine weiteren Pakete angenommen werden können, weil der Pufferbereich besetzt ist. Da die Puffer aber erst wieder geleert werden können, wenn die Nachricht komplett ist, kann dies zu einer Deadlock-Situation führen. Die einfachste Flußsteuerungsmethode des Datagramverkehrs ist es, wenn das allererste Paket, das die Gesamtlänge der Nachricht kennen muß, den Pufferbereich für die ganze Nachricht reserviert.

Da die Wahl zwischen Virtual Circuit Service und Datagram Service, bzw. die Funktionsweise des Subnetzes unabhängig sind, gibt es vier Möglichkeiten: (Abbildung 19)



Wegsteuerung (Routing)

Routing ist ein Algorithmus in jedem Knoten, der besagt, welcher Ausgang für ein Paket zu wählen ist (Packet Routing). Die Routing-Entscheidung beim Virtual-Circuit-Aufbau nennt sich Session Routing. Die meisten Methoden sind tabellengesteuert, sie unterscheiden sich darin, wie die Tabellen erstellt und aktuell gehalten werden. Optimierungsziel der Wegsteuerung ist es, jedes Paket mit minimaler Zeitverzögerung, bei größtmöglichem Gesamtnetzdurchsatz durchzuschleusen. Weitere, einander widersprechende Anforderungen sind: Fairness für jede mögliche Quell-Ziel Beziehung, Einfachheit, Stabilität auch bei stoßartiger Belastung.

Routing kann in einem ausgezeichneten Knoten (Central Routing) oder in jedem Knoten ablaufen. Routing innerhalb des Subnetzes entfällt bei Ringen, Sternen und bei Broadcast-Systemen. Die gleichen Methoden können bei den genannten Systemen für Internetwork-Routing verwendet werden.

Beim statischen Routing werden die Tabellen erstellt und bleiben unabhängig vom Verkehr unverändert bestehen. Jedes Paket, das dieselbe Zieladresse hat, schlägt denselben Weg ein. Statisches Routing ist für Session Routing gut geeignet. Die Methoden "shortest path" und "minimum weight" ordnen jeder Kante im Graph einen Kostenwert zu und wählen die "kostengünstigste" Route (DECNET). Als Verbesserung können Umleitungen "zweiter Wahl" ausgerechnet werden. Diese alternativen Wege werden einmal, bei der Erstellung der Tabellen festgestellt.

Flooding ist die allereinfachste Routing Methode. Jedes Paket wird an jeden Ausgang weitergesendet. Ein mitgeführter Zähler im Paket beschränkt die (sonst unendlich wachsende) Anzahl der Duplikationen jedoch so, daß der weiteste Zielknoten doch noch erreicht werden kann. Flooding wählt immer die kürzestmögliche Strecke, was auch die kürzeste Verweilzeit bedeutet, und wird oft als Performance Maßstab benutzt. Es ist besonders geeignet für sich häufig ändernde Netzkonfigurationen, für Fälle, wo geteilte Datenbestände oft, konkurrent zu aktualisieren sind, und wegen seiner Robustheit für Militäranwendungen. <102>

Adaptive Routing Mechanismen versuchen die Routingtabellen der sich ändernden Verkehrssituation anzupassen. Das kann zentral von einem geeigneten Routing Control Center vorgenommen werden; die Verteilung muß aber oft genug erfolgen und ohne den Nutzverkehr zu behindern. Dezentrale adaptive Routing Algorithmen sind robuster, zuverlässiger und belasten das Netz weniger mit Selbstverwaltung.

Bei der hot potato Technique wird ein erhaltenes Paket so schnell wie möglich (über den ersten freiwerdenden Kanal) an irgendeinen Nachbarn weitergegeben. Der Kreislauf der Pakete (ping-ponging) wird durch Bevorzugung gewisser Ausgänge vermieden.

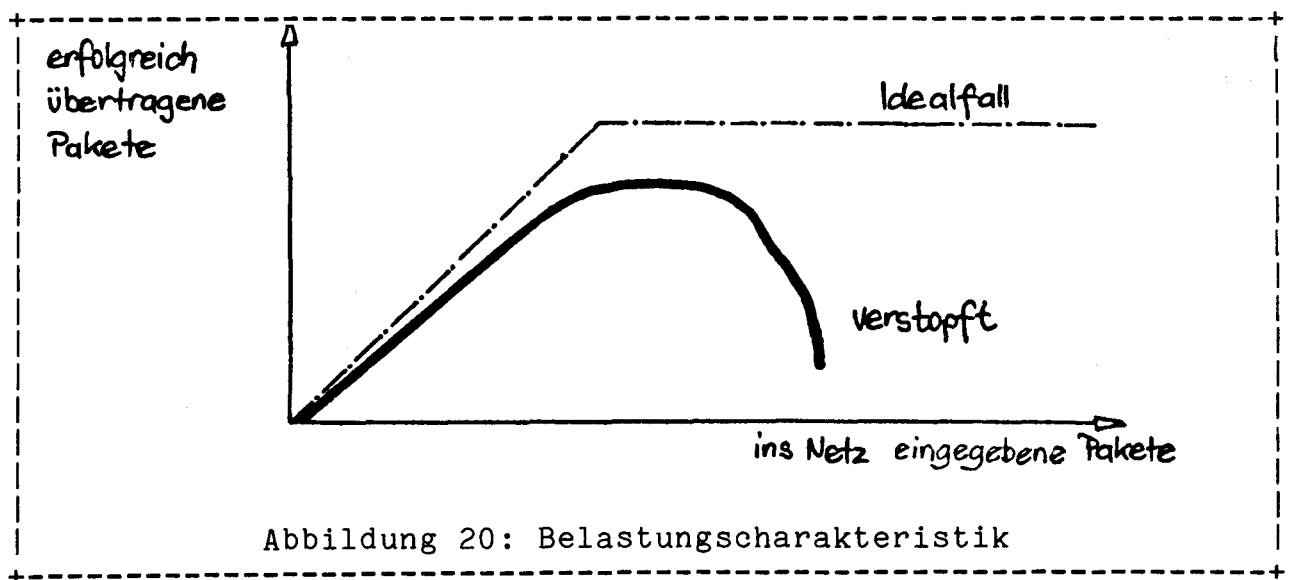
Bei ARPA verwaltet jeder Knoten ein Abbild des gesamten Netzes hinsichtlich der Wartezeiten aller Verbindungen. Als Adaptation mißt jeder Knoten die Wartezeit seiner Ausgänge in 10 Sekunden Perioden und sendet die Meßwerte an alle übrigen Knoten mit Flooding-Technik. Jeder Knoten kalkuliert den kürzesten Weg zu

jedem anderen und wählt demgemäß.

Mit wachsendem Netz wächst der Routing-Aufwand überproportional. Einmal wird der Punkt erreicht, wo es ökonomisch wird, das Netz hierarchisch in Bereiche zu unterteilen (region, cluster, group, zone,...) (Beispiel: SNA). Die Routing-Tabellen haben Einträge für jede lokale Kommunikationseinheit, aber jeweils nur einen Eintrag für die übergeordneten Bereiche (hierarchisches Routing). Die optimale Tiefe der Hierarchiebildung in einem Netz mit k Knoten ist $\ln(k)$.

Verstopfungskontrolle (Congestion Control)

Mit wachsender Anzahl ins Netz eingegebener Pakete wächst zunächst die Anzahl erfolgreich übertragener Pakete proportional. Im Idealfall wird sich der Durchsatz beim Erreichen des Maximalwertes bei diesem Wert stabilisieren (Saturation), und nur die darüber hinaus gehende Menge wird abgelehnt. In der Wirklichkeit steigt aber in der Nähe der Belastungsgrenze die Verwaltungstätigkeit stark an (Wiederholungen), generiert selbst Überverkehr, sodaß das Netz völlig verstopft wird und keine Nutzdaten aufnehmen kann (Abbildung 20).



Bei der Virtual-Circuit-Arbeitsweise des Subnetzes wird die "resource preallocation" Methode verwendet um Verstopfungen zu vermeiden. Bevor das Eingeben einer Nachricht beginnt, müssen alle benötigten Ressourcen entlang der Route reserviert werden. Sonst darf auch kein Teil der Nachricht gesendet werden. Das Nichtausnutzen des Übertragungsweges muß durch Timeout beschränkt werden.

Bei einer anderen Methode werden keinerlei Reservierungen vorgenommen. Hierbei ist es aber jeder Kommunikationseinheit erlaubt, zu jeder Zeit Pakete wegzuerwerfen (packet discarding). Einfach wegzuerwerfen, wenn die Kommunikationseinheit keine Puffer mehr hat, ist sinnlos, weil gerade das abgelehnte Paket eine lange erwartete Bestätigung sein kann, wodurch Pufferbereich frei werden könnte. Daher muß auf der Eingangseite je ein Puffer pro

Leitung bereitgestellt werden um den Eingangsverkehr selektiv analysieren zu können. Außerdem darf für einen Ausgang nur ein Teil des Gesamtpuffersatzes zugelassen werden (der Rest bleibt im Bufferpool). Um einen Ausgang mit voller Geschwindigkeit betreiben zu können, genügt es sicher zu stellen, daß die Warteschlange nicht leer wird. Für eine hohe Gesamtdurchsatzrate eines Knotens ist es wichtig, daß stets Puffer verfügbar sind, sodaß bei Bedarf alle Ausgänge parallel beschickt werden können. Warteschlangentheoretische Überlegungen von Irland zeigen, daß bei n Puffern die beste Wahl für den Anteil w der Puffer, der einem der k Ausgänge zugeordnet werden darf, $w = n/\sqrt{k}$ ist (DECNET arbeitet mit dieser Pufferanordnung).

Flow Control ist nicht ausreichend als globale Verstopfungskontrolle, da sie nur den Verkehr zwischen kommunizierenden Paaren reguliert. (In diesem Fall zwischen Kommunikationseinheiten.) Falls einmal alle Telefonabonnenten gleichzeitig anfangen zu sprechen, würden sie das Telefonnetz verstopfen, obwohl die jeweiligen Partner bereit wären, ihre Sprachgeschwindigkeit, falls nötig, zu reduzieren. Flow Control ist keine Methode zu Verstopfungs-Vermeidung.

Die isarythmische Methode läßt sich am besten an einer Analogie erklären. Die zu sendenden Pakete (Passagiere) werden von Permit-Paketen (Taxen) aufgenommen und transportiert. Unbesetzte Permits zirkulieren frei im Netz. Ein Paket muß abwarten bis ein Permit "zufälligerweise" bei ihm vorbeikommt. In der verbesserten Version gibt es einen "Permit Pool" (Taxi Standplatz), wo Permits beantragt werden können. Wenn Permits verloren gehen, vermindert sich die Durchsatzkapazität des Netzes endgültig. Es ist nämlich äußerst schwierig, die Anzahl zirkulierender Permits im arbeitenden Netz zu überwachen.

Mit impliziter Rückkopplung arbeitet die Choke Packet Methode (DECNET), daher läßt sie sich leicht an die Bedingungen anpassen. Jede Kommunikationseinheit schätzt die Belastung ihrer Ausgänge. Wenn eine Belastungsgrenze überstiegen wird, wird jeder Host, der den Ausgang benutzt, verständigt. Die Hosts müssen ihren Verkehr in diese Richtung für eine Weile um X Prozent reduzieren. Hier wird potentieller Verkehr nicht bedingungslos unterdrückt, wie bei den vorigen Methoden, sondern erst dann, wenn tatsächlich Verstopfungsgefahr vorhanden ist.

Während die Verstopfung ein quantitatives Problem der Netzbelastung ist, können darüberhinaus z.B. durch Protokoll-Disharmonien Blocking-Situationen auftreten, die quantitativer Natur sind, und innerhalb des Protokolls, das ihre Entstehung zuläßt, nicht lösbar sind (Protocol Deadlock). Eine interessante Beispielsammlung findet man bei Lai in <107>.

Die X.25 Schnittstelle

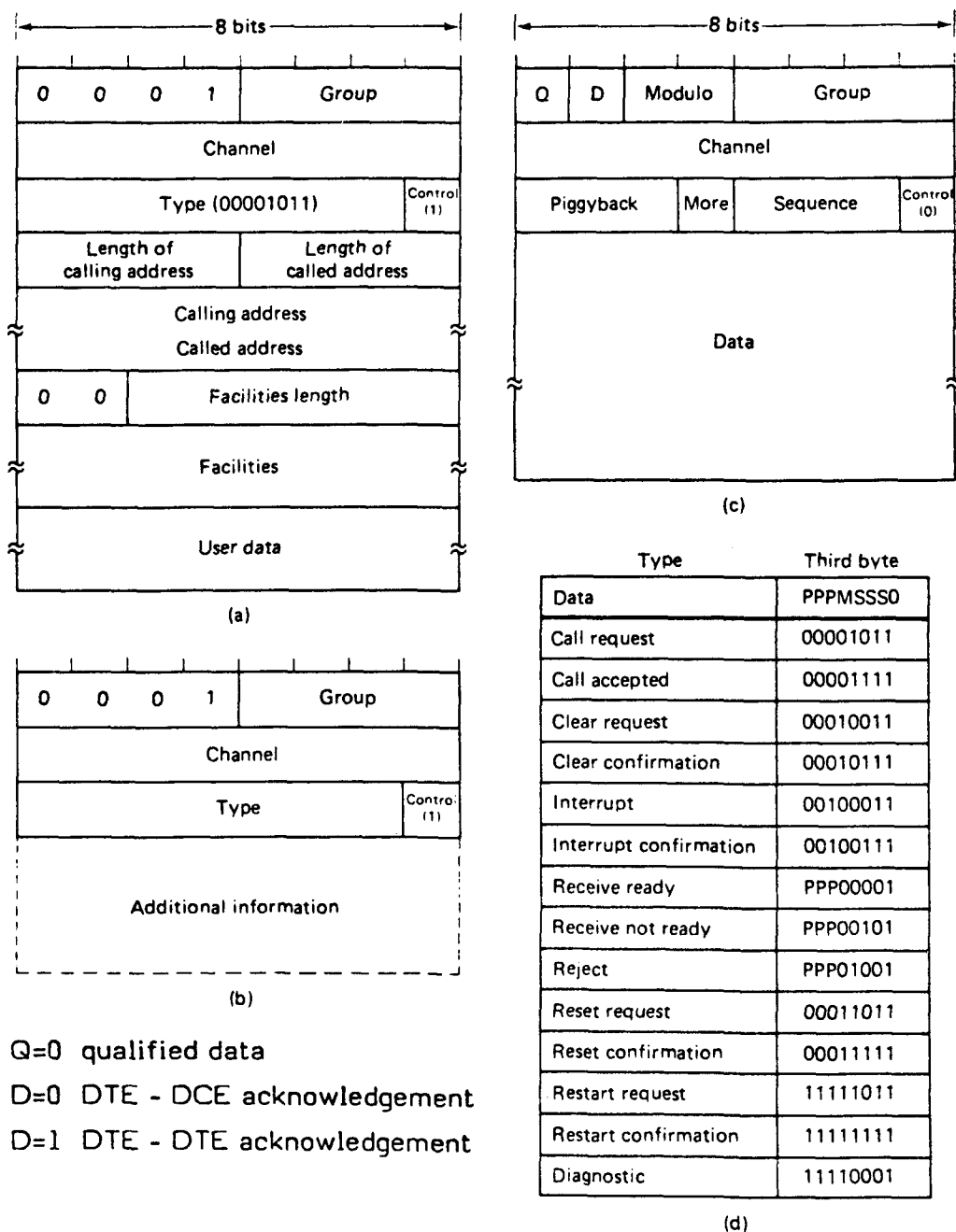
Es ist ein weit verbreiteter Irrglaube, daß X.25 die unteren drei Ebenen des ISO Modells repräsentiert. X.25 ist dagegen nur eine Schnittstelle für den Anschluß an Datenübertragungsdienste öffentlicher (Europa) oder privater (USA) Transportnetze. Sie schreibt weder die Arbeitsweise des Transportnetzes (deren Ebenen 1,2,3), noch die eines evtl. anzuschließenden lokalen Netzes

vor. X.25 erlaubt dem Benutzer am Gateway-Knoten des lokalen Netzes (Abbildung 12) seine Kommunikationseinheit über Kabel an ein Transportnetz anzuschließen (physikalische Verbindung); auch bei fehlerbehafteter Leitung Daten zuverlässig übermittelt zu bekommen (Link-Ebene); sowie eine andere Kommunikationseinheit irgendwo am anderen Ende des Transportnetzes anzusprechen (Paketebene). Die korrespondierenden Kommunikationseinheiten des Benutzers und des Transportnetzes werden in X.25 Terminologie DTE (Data Terminal Equipment) und DCE (Data Circuit Terminating Equipment) genannt; sie bilden ein asymmetrisches Paar. Die elektrischen und funktionellen Eigenschaften der physikalischen Verbindung regelt X.21 (ersatzweise X.21bis). Die Datenverbindungs-Schnittstelle erreichte 1977 den Stand LAPB. Die Paketebene von X.25 definiert zwei Arten von Virtual Circuit Service, eine virtuelle Standleitung (permanent Virtual Circuit Service) und eine virtuelle Wählleitung. Es können parallel mehrere virtuelle Verbindungen über eine X.25 Schnittstelle betrieben werden. Es sind Pakete definiert, die den Frames von HDLC sehr ähnlich sind. Außer den Datenpaketen gibt es Steuerpakete zum Verbindungsauf- und -abbau sowie für Flußmengensteuerung. Eine Gegenüberstellung von HDLC-Frame-Arten und X.25-Paketarten findet man in Abbildung 21 .

Ebene 2 - Rahmen	Ebene 3 - Pakete
I-Rahmen: N(S), N(R) zur Flußsteuerung	I-Pakete: P(S), P(R) zur Flußsteuerung
S-Rahmen: RR, RNR, REJ	DTE RR, DCE RR DTE RNR, DCE RNR DTE REJ, Interrupt-Paket
U-Rahmen: SABM FRMR DISC UA	Call Request, Incoming Call Reset } { Request Restart } { Indication Clear Request, Clear Indication Call Accepted Call Connected Clear } Reset } Confirm Restart }

Abbildung 21: HDLC-Frame und X.25-Paket

Das X.25 Paket-Format und die Unterscheidung der einzelnen Paketttypen ist in der Abbildung 22 dargestellt.



Q=0 qualified data

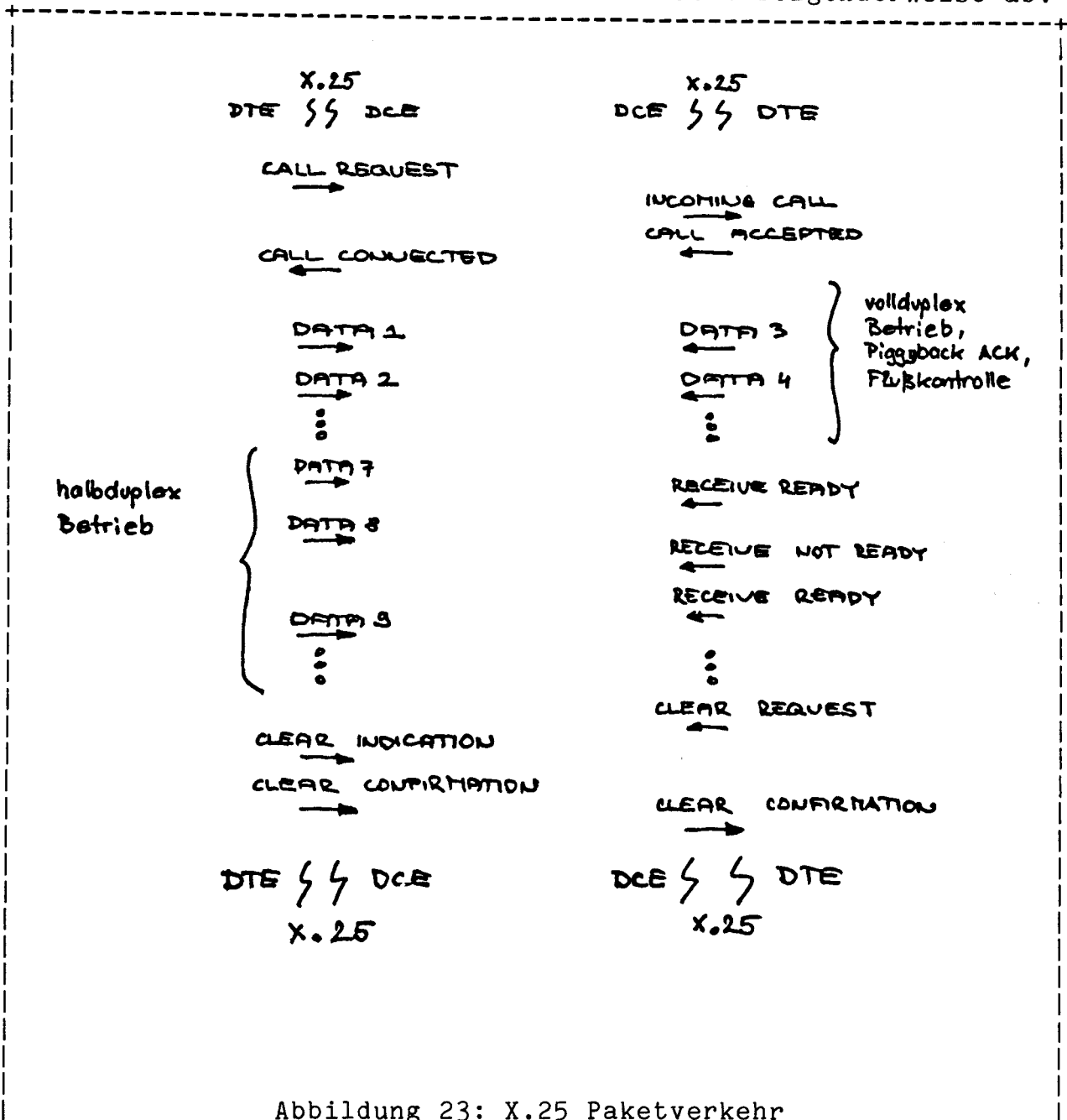
D=0 DTE - DCE acknowledgement

D=1 DTE - DTE acknowledgement

X.25 packet formats. (a) Call request format. (b) Control packet format. (c) Data packet format. (d) Type field (P = Piggyback, S = Sequence, M = More).

Abbildung 22: X.25 Paket-Format

Flußmengensteuerung erfolgt wie bei HDLC durch den Sliding Window Mechanismus und zwar einzeln, unabhängig für jede virtuelle Verbindung. Ein typischer Datenverkehr läuft folgenderweise ab:



Standards sind Gegenstand internationaler Kritik. In dem originalen X.25 Vorschlag von 1976 wurde ein Datagram Service vermißt. Auf amerikanischen und japanischen Vorschlag wurde das CALL REQUEST Paket etwas verändert, mit einem 128 Byte Datenfeld versehen, und so wurde X.25 mit Datagram Service ergänzt. Es gibt zu viel Redundanz in X.25. Um einen Virtual Circuit aufzubauen muß man zwei Adressen angeben: in X.21 die Adresse des Switching Knotens im Transportnetz und in X.25 die Adresse der Ziel-Kommunikationseinheit. Die doppelte Flußsteuerung ist überflüssig für Einzel- Virtual Circuit-Benutzer wie z.B. Terminals. X.25 hatte original nur D=0 Pakete (es wurde nur die DTE-DCE Übertragung bestätigt). Auf internationalen Druck wurde 1980 die D=1 Bestätigung eingeführt zu Lasten der Transportnetzbetreiber. (siehe Abbildung 22)

Nicht Punkt-zu-Punkt Subnetze

Allein wenn man die SNA und DECNET Herstellernetze betrachtet, stellt sich heraus, daß konventionelle Punkt-zu-Punkt Netze derzeit die Mehrzahl existierender lokaler Netze bilden. Der Trend zeigt aber deutlich in die Richtung alternativer Lösungen. Diese modernen, nicht Punkt-zu-Punkt Netze sind: Broadcast Busse, Ringe, Breitbandnetze und CBX Netze. Sie bilden ein ganz neues Konzept des Subnetzes, bei dem die Kommunikationsfunktionen der Ebenen 1,2 und 3 völlig integriert realisiert werden.

In lokalen Netzwerken ist Bandbreite nicht mehr die teuerste Ressource. Physikalische Leitungen brauchen nicht immer durch Data-Link-Protokolle verbessert werden. Entfernte Kommunikationseinheiten brauchen nicht mehr den aktiven Nachrichtenweiterleitungsdienst von Zwischenknoten in Anspruch zu nehmen. Daten werden in Pakete geteilt (und nicht weiter untergeteilt), Pakete sind mit einer ausreichenden Menge Kontrollinformation versehen und werden direkt ins Medium eingegeben. Es steht der Ziel-Kommunikationseinheit nichts mehr im Wege, ihre Pakete vom Medium zu entnehmen (abhören, auszuwählen, die Kontrollinformation zu interpretieren). So entsteht die volle Funktion der Netzwerkebene (Ebene 3) in Form vom Host adressierbarem Datagram Service oder Virtual Circuit Service. In der Kommunikationseinheit gibt es eine Knotenrechner-spezifische physikalische Schnittstelle, die einen programmierten (interrupt gesteuerten) Zugang, eine DMA Übertragung oder einen direkten Kanalzugang ermöglicht. Die ins jeweilige Betriebssystem eingebetteten Driver gehören zum Subnetz-Dienst.

Wie kann die Arbeitsweise der modernen Nicht-Punkt-zu-Punkt-Subnetze in unsere Funktionshierarchie (Abbildung 12) eingegliedert werden? Untersuchen und vergleichen wir in Form von Fragen und Antworten, wie die Funktion der Ebene 3 gewährleistet wird. Die Fragestellung lautet jedesmal:

- 1) Welche Dienstleistung wird von der Data Link Ebene in Anspruch genommen?
- 2) Welcher Service wird dem Host angeboten?
- 3) Welcher Strategie von Datagram und Virtual Circuit ähnelt die innere Arbeitsweise?
- 4) Wie entsteht Routing von Kommunikationseinheit zu Kommunikationseinheit?
- 5) Wie wird die Verstopfung verhindert?

Broadcast-Bus-Netze

- 1) Es gibt keine Data Link Ebene. Da das Medium hochverläßlich ist, werden unmittelbar Pakete der Ebene 3 übertragen.

- 2) Ein beinahe 100%-ig zuverlässiger Datagram Service ist möglich.
- 3) Die sog. Packet-Switching-Technik entspricht der Datagram Strategie. Jedes Paket entspricht einem Datagram. Die Paketlänge ist nämlich elastisch veränderbar (wählbar), so daß ein Paket eine gesamte Nachricht aufnehmen kann.
- 4) Es ist kein Routing nötig, alle Kommunikationseinheiten sind benachbart.
- 5) Die in 2.2.6 behandelten Zugangsmethoden stellen nicht nur Paketübertragungsprotokolle für den Verkehr zwischen zwei Kommunikationseinheiten dar, sondern ihre Kollisionsbehandlungsart funktioniert zugleich als netzweite Verstopfungskontrolle.

Breitbandnetze

- 1) Frequency Division Multiplexing und Frequenzmodulation zusammen gewährleisten ein Data Link zwischen jedem Kommunikationseinheit-Paar. Für erhöhte Link-Sicherheit muß durch die Verwendung von konventionellen Data-Link-Protokollen gesorgt werden.
- 2) Schmale Frequenzkanäle sind für Virtual Circuit Service geeignet, evtl. vorhandene breite Kanäle werden mit einer Random Access Methode betrieben und leisten Datagram Service.
- 3) FDM entspricht der Auf- und Abbau Strategie von Virtual Circuit.
- 4) Innerhalb eines Kanals ist kein Routing nötig. Die Inter-Kanal Vermittlungsaktivität des dedizierten Kanal-Schalters kann als zentralisiertes Routing betrachtet werden, indem der Kanal-Schalter zunächst über einen freien Kanal aufgerufen wird, er vermittelt einen freien Kanal und sucht nach einem alternativen Kanal im Falle eines Modemausfalles. Die abgestimmte Kanalwahl von Modems, die mit wählbarer Trägerfrequenz ausgerüstet sind (Frequency Agile Modems), entspricht dem Data Link Aufbau der Ebene 2.
- 5) Die gesamte Bandbreite wird schon bei der Netzentwicklungsphase unter den möglichen Konsumenten aufgeteilt. Verstopfung ist daher ausgeschlossen. Host-zu-Host Flußkontrolle ist der Transportebene überlassen, wird nicht vom Subnetz gewährleistet.

Ring-Netze

- 1) Ein Ring-Netz kann als ein Ring von Punkt-zu-Punkt Verbindungen betrachtet werden, wo jede Kommunikationseinheit aktive Nachrichtenweiterleitungsfunktion hat. Die Beseitigung umlaufender Pakete und die Token-Verwaltung (bei einem Token-Ring) gehören zu den Data-Link-Protokoll-Aktivitäten. Für erhöhte Link-Sicherheit kann durch die Verwendung von konventionellen Data-Link-Protokollen gesorgt werden.
- 2) Virtual Circuit Service und Datagram Service sind gleichermaßen leicht realisierbar.
- 3) Es wird mit kurzen Ringpaketen ("Datagramme") gearbeitet.
- 4) Obwohl hier nicht alle Kommunikationseinheiten Nachbarn sind, gibt es eine natürliche Verbindung zwischen jedem Paar, so daß kein Routing nötig ist.
- 5) Die Ring-Access-Protokolle dienen zugleich als Verstopfungskontroll-Mechanismus

Zeitmultiplex Leitungsvermittlungsnetze (PBX, CBX)

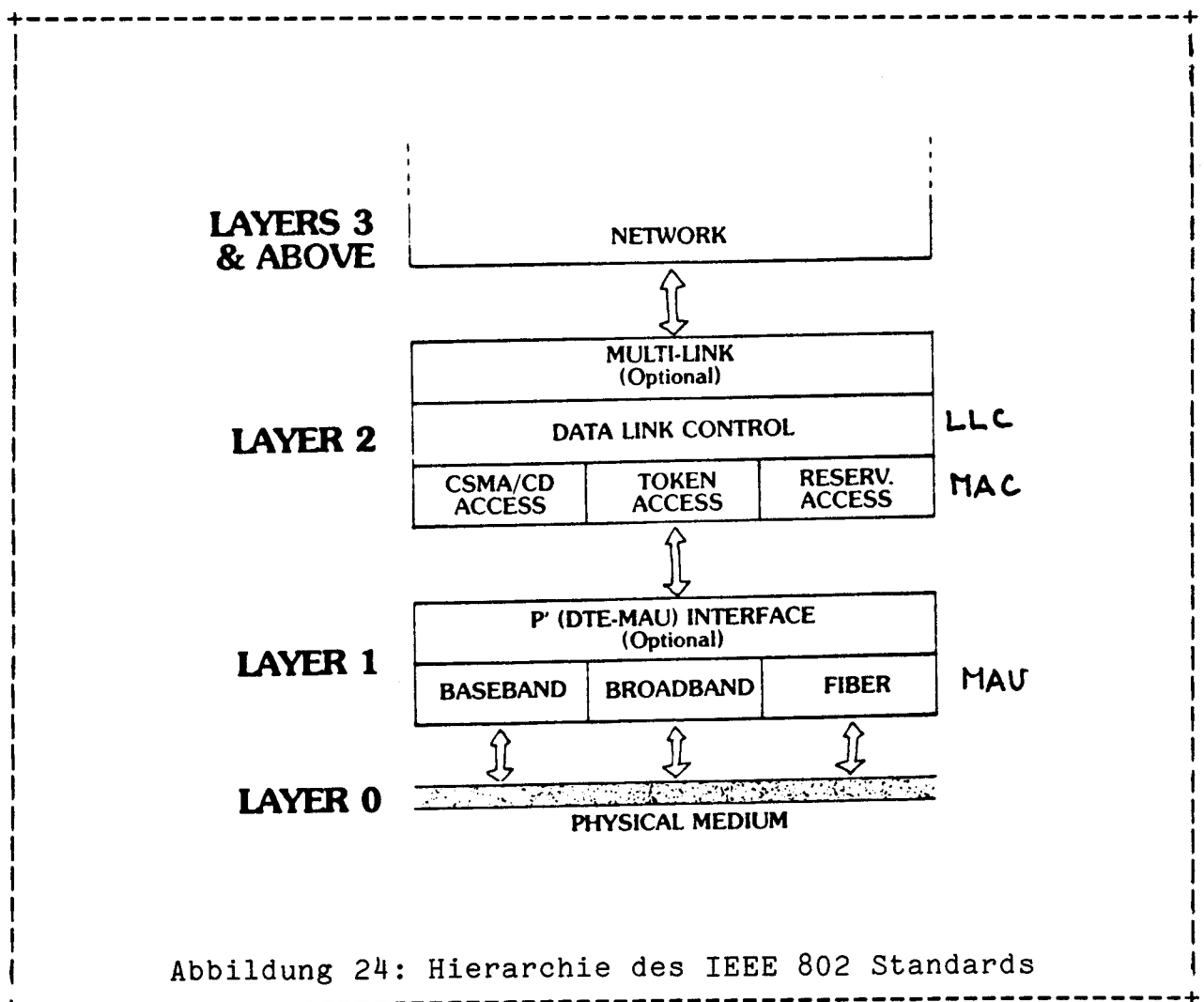
- 1) Konventionelle Punkt-zu-Punkt Data-Link-Protokolle sind nötig
- 2) Virtual Circuit Service
- 3) Virtual Circuit
- 4) CBXs sind topologisch Bus- (DIKOS), Ring- (SILK) oder Sternnetze, aber keinesfalls wird von der Kommunikationseinheit store & forward Fähigkeit benötigt, weil das durch den Zeitsynchronismus des gesamten Netzes ausgeschlossen ist.
- 5) Verstopfung ist prinzipiell ausgeschlossen, da die Bit-Aufnahmekapazität eines Zeitschlitzes beschränkt ist.

Der IEEE 802 Standard

Die folgende Beschreibung basiert auf DRAFT-B (Erscheinungsdatum: 19. 10. 81). Im letzten Teil werden die wesentlichen Änderungen in DRAFT-C erwähnt. (DRAFT-C erscheint im Sommer 1982)

Der Standard umfaßt die unteren zwei Ebenen der ISO Hierarchie. Absicht der Verfasser war es, möglichst wenige Beschränkungen bezüglich Topologie, Medien, Übertragungsrate, Datenkodierungstechnik aufzuerlegen und auf der Data Link Ebene eine "HDLC-Konvergenz" zu gewährleisten. Dieses Ziel wird dadurch erreicht, daß der Standard auf allen Ebenen mehrere Optionen enthält (Abbildung 25). Nicht in den Standard aufgenommen sind: Routing im lokalen Netz, End to End Datagram Service oder End to End Virtual Circuit Service und Internetworking.

Wie es im ISO Referenzmodell erlaubt ist, werden die Ebenen weiter aufgeteilt:



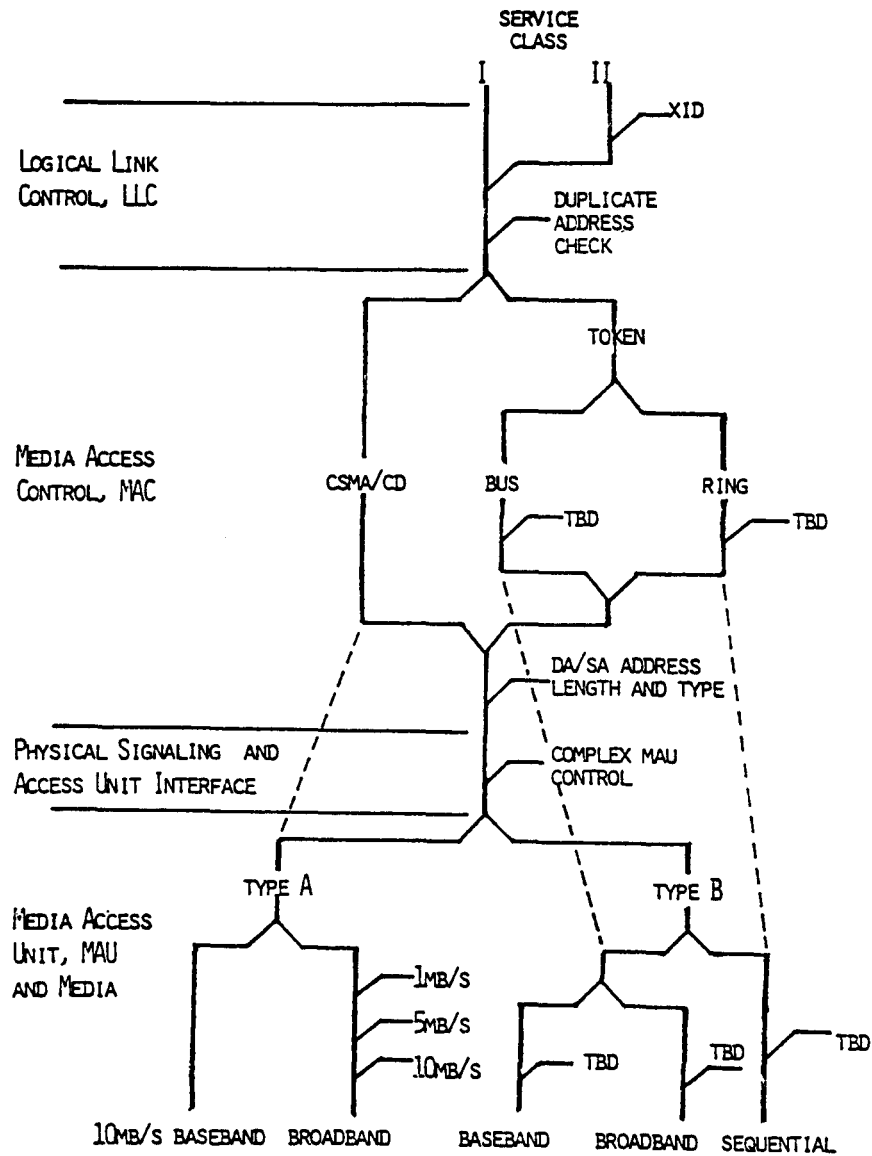


Abbildung 25: IEEE 802 Standardoptionen

Für eine Kommunikationseinheit, die dem IEEE 802 Standard entspricht, bleibt es möglich, mit mehreren Data-Link-Protokollen arbeiten zu können (Multi Link Option). Ist aber die IEEE 802 Data Link Control Option gewählt worden, so werden zwei Servicearten der Ebene 3 zur Verfügung gestellt (Logical Link Control (LLC) Services).

Mit dem Klasse-A, (Verbindungslosen), "Datagrammartigen" Service werden Frames zwischen zwei LLC SAP-s (Service Access Point) "ohne Gewähr" übermittelt, ohne daß vorher eine logische Datenverbindung aufgebaut werden muß.

Bei dem Klasse-B, (verbindungsorientierten) Service wird zunächst eine logische Datenverbindung etabliert, über die Frames in garantiert richtiger Sequenz übertragen werden. Flußkontrolle und Fehlerverbesserung werden vorgenommen.

Die LLC-Ebene beschreibt ein HDLC ähnliches Data-Link-Protokoll. Die MAC (Media Access Control) -Ebene regelt das Zugangsverfahren zum Medium. Die MAU (Media Access Unit) besteht aus der Schnittstelle zur MAC (einheitlich für alle MAC Optionen) und aus der Schnittstelle zum Medium. Es sind grundsätzlich drei Arten Medien zugelassen: Koaxkabel, Twisted Pair und Lichtleiter.

Das Implementations-Referenz-Modell in Abbildung 26 stellt die Kommunikationseinheit aus der Sicht der Realisierung dar. Der Kontroll-Teil besteht aus den LLC- und MAC-Ebenen sowie aus einer Schnittstelle für die MAU. Die PS (Physical Signaling) soll die unterschiedlichen Eigenschaften der MAC Optionen so abbilden, daß der MAU eine einheitliche Schnittstelle angeboten wird. Der Kontroll-Teil und die MAU werden mit einheitlichen Steckerpaaren über gedrillte Kabel aneinander angeschlossen. Die MAU liegt direkt am Medium, die verschiedenen Optionen werden aber in unterschiedlicher Weise angeschlossen.

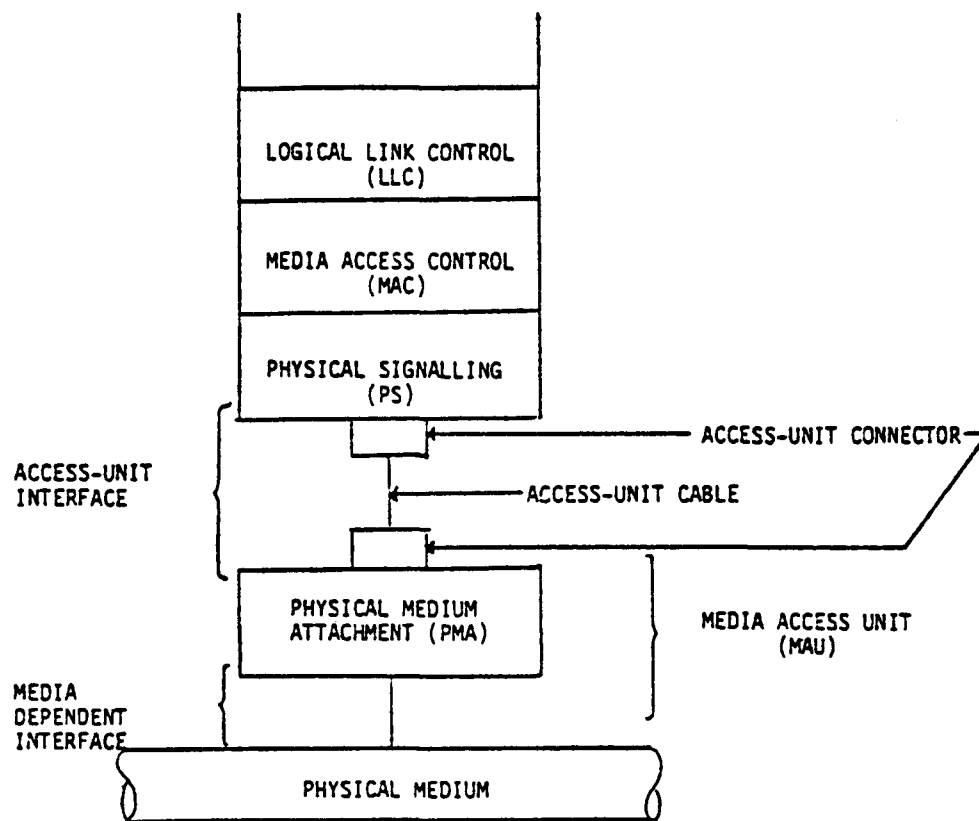
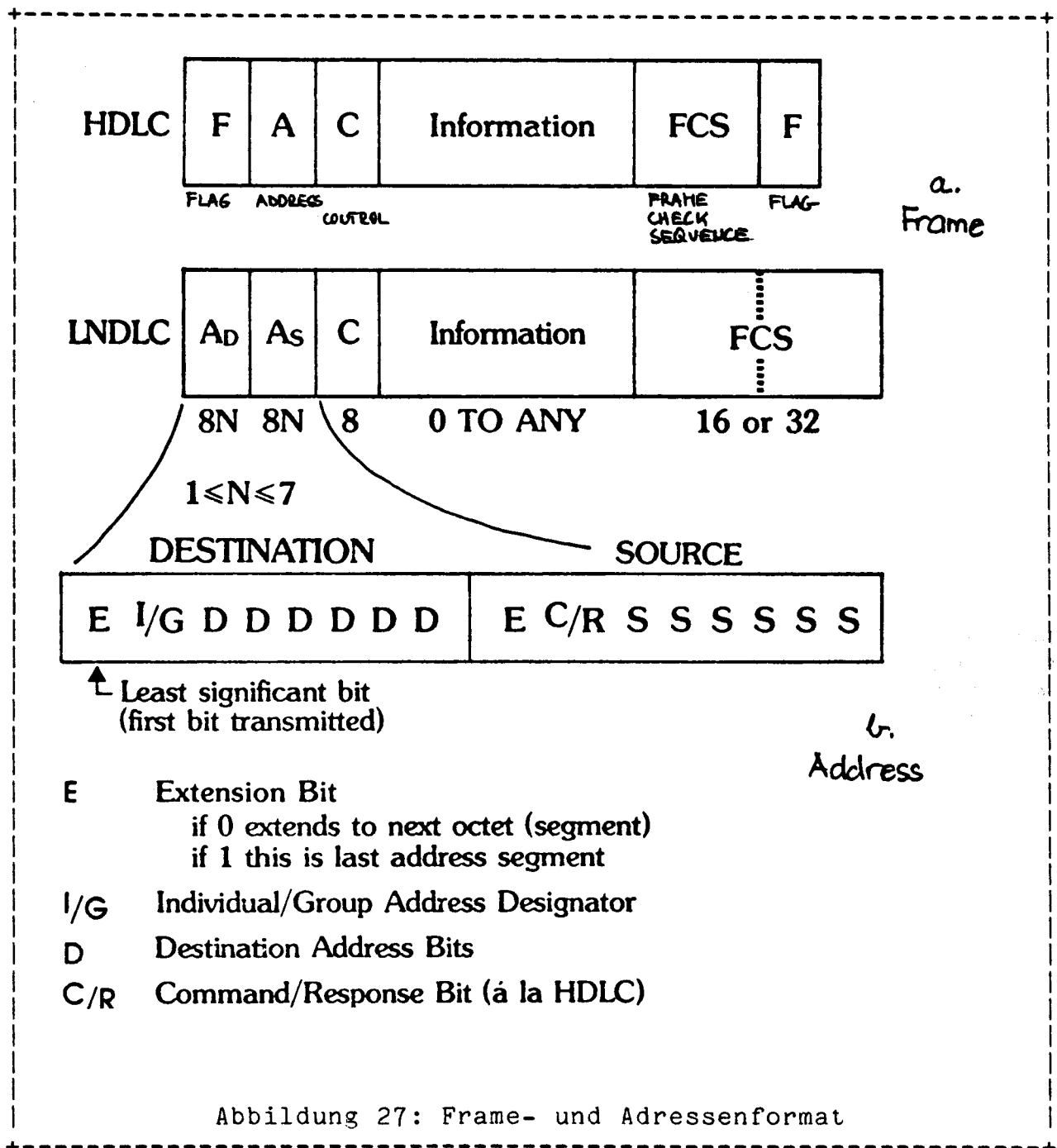


Abbildung 26: Das Implementation Referenz Modell

Logical Link Control: HDLC und LNDLC (Local Network Data Link Control) Frame-Formate sind in Abbildung 27/a verglichen. LNDLC-Frames haben keine Flags vorne und hinten, weil keine "Bit Stuffing"-Technik verwendet wird. Eine ausreichend lange Bitsequenz von 101010... (Preamble) identifiziert den Anfang eines Frames, das Ende wird mit Carrier-Sense-Technik erkannt, da nach jedem Frame eine Pause auf dem Medium folgen muß. HDLC hat nur ein Adreßfeld, weil dort immer nur die "Secondary Station" zu spezifizieren ist. Im LNDLC Frame sind Sender- und Empfänger-LLC-SAP-s eindeutig gekennzeichnet. CRC ist wahlweise 16 oder 32 Bits lang.

Quell- und Zieladresse sind von 1 auf bis zu 7 Byte erweiterbar (Abbildung 27/b). Es wird ein nicht hierarchischer Adreßraum gebildet (ausreichend für 6 Adressen für jeden Mensch der Erde), in dem einzelne, selektive (I/G Indicator) und globale (lauter 1-en) Adressierung gleichermaßen durchführbar ist.



Media Access Control: Die CSMA/CD Binary Exponential Backoff Methode ist im Kapitel 2.2.6 beschrieben. Die Token Access Methode kann für Busse und für physikalische Ring-Topologien verwendet werden (Token Bus, Token Ring), die Stationen werden in jedem Fall in einem logischen Ring organisiert. (Kapitel 2.2.6)

Medien und MAU-Medium-Interface: Medien sind in zwei Klassen geteilt. Klasse-A enthält die Systeme, die eventuelle Kollisionen entdecken können. Es gibt zwei Klasse-A Medien: Basisband-Koaxkabel und Breitband-Koaxkabel. Die Eigenschaften des Basisband-Koaxkabels und des Transceivers sind im Kapitel 2.2.4.1 behandelt. Eine Klasse-A Breitband-Koaxkabel Konfiguration unterscheidet sich von diesem nicht im Kabel, sondern in den nötigen Zusatzgeräten. Die CRF (Central Retransmission Facility) wandelt Trägersignale im Sendekanal (162 Mhz-294 Mhz) in Trägersignale im Empfangskanal (5.75 Mhz-101.75 Mhz) um. Die Bandbreiteneinheit beträgt 6 Mhz, die Modulationsart ist AM. Die Kabel-MAU Schnittstelle ist der sog. "Directional Tap", welcher (im Gegensatz zum Basisband-Transceiver) mit zwei getrennten, gerichteten Verstärkern arbeitet: er sendet in die eine Richtung und empfängt von der anderen. Wo nötig, können Zweirichtungs-Verstärker mit Crossfrequenzfiltern am Kabel verwendet werden.

Klasse-B Medien sind: Koaxkabel, Basisband-Twisted-Pair und Lichtleiter, mit Sender-, Empfänger- und Verstärkereinheiten, die keine Kollisionserkennung ermöglichen. Diese Klasse ist für die Token Access Methode geeignet. DRAFT-C reduziert die vielen möglichen Kombinationen bei der Wahl von Zugangsmethode und Medium. Für CSMA/CD und Token Bus Methoden sind Klasse-A Basisband- und Breitband-Koaxkabel geeignet. Mit der Token Ring Zugangsmethode sind Klasse-B Twisted Pair und Lichtleiter zu betreiben. In DRAFT-C wird zur nicht erweiterbaren, festen Adressenlänge zurückgekehrt.

2.2.7.3 Transportprotokolle

Mit Unterstützung der unteren Ebenen hat die Transport-Schicht einen effizienten, 100%-ig zuverlässigen (korrekter: bis zum gewünschten Maße zuverlässigen) Übertragungsdienst zu gewährleisten; und zwar nicht mehr nur von Kommunikationseinheit zu Kommunikationseinheit. Dieser transparente, End to End Übertragungsdienst nennt sich Transport-Service. Die Funktionsschwerpunkte sind: das Benennen von Hosts (Naming), die Adressenzuordnung (addressing), Auf- und Abbau der Transportverbindung, das Multiplexen von mehreren Host-zu-Host Transportverbindungen über einen Kommunikationseinheit zu Kommunikationseinheit Virtual Circuit, End to End Fehlerkorrektur, End to End Flußkontrolle, die Synchronisation der Hosts und Internetworking. (In diesem Kapitel werden wir den Begriff Host in engerem Sinne, als Synonym für Benutzerprozeß plus Anpassungsroutine gebrauchen.) Die Transport-Ebene muß die oberen Ebenen vor allen möglichen Hardware-, Software- oder Topologischen Einzelheiten des Netzwerkes abschirmen.

Im folgenden werden einige Überlegungen über die Realisierung des Transport Service beschrieben. Nach einer Kurzfassung der Funktionen der Ebene 5 werden die Funktionen anhand von zwei existierenden Inhouse Standards maßgeblicher Firmen konkretisiert werden.

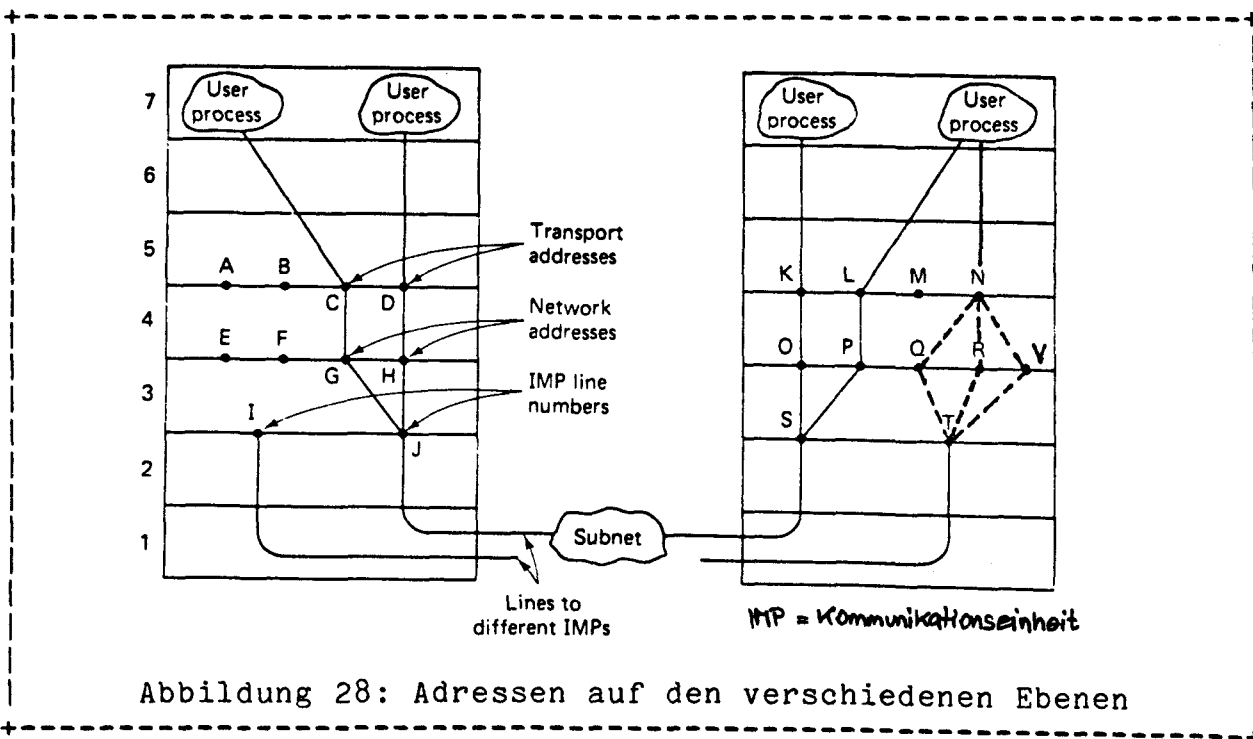
Data Link Layer - Transport Layer im Vergleich

Auf Ebene 2 kommunizieren zwei Kommunikationseinheiten über den physikalischen Kanal, auf Ebene 4 kommunizieren zwei Hosts über das gesamte Subnetz. Warum könnte man nicht die Data Link Protokolle für die Host-zu-Host Beziehung übernehmen?

Für die Kommunikationseinheit gibt es immer nur einen Partner am anderen Ende der Leitung, der daher nicht spezifiziert werden muß. Auf der Transport-Ebene ist eine explizite Adressierung der Hosts nötig. Beim Datenverbindungsaufbau ist die Partner Kommunikationseinheit immer da, beim Transportverbindungsaufbau könnte aber das anzusprechende Hostprogramm nicht im Speicher oder im "dormant" Zustand sein, in welchem Fall es zuerst "aufgeweckt" werden muß (Synchronisation). In der Ebene 2 Datenverbindung kann ein über die Leitung gesendeter Rahmen ankommen oder verschwinden, kann aber nicht Minuten später plötzlich auftauchen. Das Subnetz besitzt Speicherfähigkeit, deshalb können z.B. Pakete erscheinen, die zu Transportverbindungen gehören, die längst abgeschlossen worden sind. Für Pakete, die innerhalb einer Timeout-Periode nicht ankommen, werden Duplikate nachgesendet, wobei nicht ausgeschlossen werden kann, daß das Originalpaket zu einem späteren Zeitpunkt doch noch ankommt. Diese alltäglichen Sonderfälle müssen von der Transport-Ebene sorgfältig behandelt werden. Die größeren Puffermengen auf Ebene 4 verlangen eine qualitativ andere Pufferverwaltungsmethode (z.B. Framelänge ist immer gleich, Nachrichtenlänge muß variabel gehalten werden).

Prozeß-Adressierung

Die Transport-Ebene sieht einen netzweiten Adreßraum (address space) für die eindeutige Identifizierung von Quell- und Zielprozessen vor. Dieser mehrere Netze umfassende, abgestimmte Adreßraum enthält sog. Transport Adressen. Die hierarchisch aufgebaute Internetwork Transport Adresse besteht aus Netz-Adresse, Knoten-Adresse und aus einer sog. Socket Nummer. Die Transportverbindung ist zwischen einer lokalen Transport-Adresse und einer entfernte Tranport-Adresse etabliert. Da solche komplizierten Adressen schwierig zu behalten sind, muß die Transport-Ebene einen Host-Name zu Transport-Adresse Zuordnungs-Dienst (Name Service) anbieten. Das Verhältnis zwischen Transport Adressen, Netzwerk Adressen und adressierbaren physikalischen E/A-Leitungen wird in Abbildung 28 veranschaulicht.



CGJSPL ist eine Transportverbindung, HSJO ist ein Virtual Circuit und JS bzw. TI sind physikalische Verbindungen.

Multiplexen

In einer Netzwerk-Kostenstruktur, bei der für jeden offenen Virtual Circuit eine hohe Gebühr berechnet wird, oder bei Anwendungen, wo eröffnete Virtual Circuits nicht konstant ausgenutzt werden können, ist es ökonomischer, mehrere Transportverbindungen über eine Netzverbindung zu multiplexen. Die stetige Linie in Abbildung 28 zeigt diesen Fall, der Upward Multiplexing genannt wird. Bei anderen Anwendungen kann der (nicht veränderbare, weil standardmässige) Flußkontrollmechanismus auf der Netzwerk-Ebene die volle Ausnutzung einer sonst schnellen Verbindung verhindern. Wenn z.B. in einem Virtual Circuit mit einer Pakettlänge von 128 Bytes ein

Fenstermechanismus modulo 8 arbeitet, und eine Teilstrecke des Virtual Circuit ein Satellite Link ist mit einer totalen Verzögerung von 0.5 Sek, dann kann nur eine maximale Rate von $7 \cdot 128 \cdot 2 = 18$ kByte/Sek erreicht werden, selbst wenn die Geschwindigkeit der Verbindung wesentlich höher ist. Die Transport-Ebene soll in solchen Fällen eine Transportverbindung auf mehreren Virtual Circuits verteilen, was Downward Multiplexing genannt wird (Abbildung 28 : Verbindungen N - Q,R,V - T).

Namen Zuordnung (Naming)

In jedem Netz gibt es global gebrauchte Prozesse (Compiler, Editor), Dateien oder Geräte (mit Treiberprozessen). Diese netzweit ansprechbaren Prozesse nennt man Server. Server können gleichzeitig mehrere Anwenderprozesse bedienen, und dafür wird eine (von der Belastung abhängige) Anzahl Transport Adressen zur Verfügung gestellt. Um Server oder andere Prozesse per Name aufrufen zu können, stellt die Transport-Ebene einen weiteren Server, den Name-Server zur Verfügung. Der Name-Server gewährleistet eine Abbildung des lokalen Namens des Servers im Knoten auf die netzwerkweite Transport Adresse des Servers. Für Address Allocation gibt es zwei Möglichkeiten: hierarchische Adressierung oder nicht hierarchischer Adressenaufbau (Analogie: Postleitzahl - Pasnumerierung; beide sind eindeutig) Hierarchische Adressierung hat den Vorteil, daß sie das Routing einfacher macht und die Eröffnung neuer Sockets erleichtert. Der Nachteil ist, daß ein mobiler Server-Prozeß seine Adresse nicht über mehrere Knoten beibehalten kann.

Pufferverwaltung und End to End Flußmengensteuerung

Wenn das Subnetz nicht zuverlässig genug ist, muß die Transport-Ebene des Senders alle Nachrichten zwischenspeichern, bis jede (oder eine Gruppe von ihnen) bestätigt worden ist. Erst dann darf sie die besetzten Puffer freigeben. Dadurch wird die Senderseite auf die Empfangsgeschwindigkeit des Zielhosts verlangsamt. Quellpuffern ist im Falle von langsamem oder schwankendem Verkehr vorteilhaft, d.h., wenn die Zielseite viel schneller ist. Die Zielseite braucht keinen extra Pufferbereich für jede Transportverbindung bereitzustellen, ein gemeinsamer Puffer reicht aus. Falls eine Nachricht nicht sofort an den Benutzerprozeß weitergegeben werden kann, wird sie einfach nicht bestätigt, die Wiederholung ist auf der Senderseite gesichert. Wenn die Zuverlässigkeit des Subnetzes ausreichend ist, und der Empfänger genügend Pufferbereich besitzt, kann Zielpuffern verwendet werden. Die ständige Bereitstellung eines Pufferbereiches für jede mögliche Transportverbindung ist keine ökonomische Methode, da nur die Aktiven echte Pufferkonsumenten sind. Eine dynamische Pufferreservierung ist durch einen Fenstermechanismus mit variierbarer Fenstergröße realisierbar. Am Anfang fordert der Sender die Gesamtzahl der benötigten Puffer an. Der Empfänger reserviert und bestätigt aber nur die vorhandene Anzahl y . Mit jeder gesendeten Nachricht vermindert

der Sender y um 1 und erhält zeitweise nicht nur die Bestätigung der Nachricht, sondern auch Angaben über die neu verfügbare Puffermenge (y wird erhöht). (Diese Arbeitsweise wird in SNA "pacing" genannt). Wenn das Subnetz n Nachrichten pro Sekunde durchläßt und die Zykluszeit z Sekunden beträgt (Senden, Ausbreitung, Queueing, Verarbeitung, Bestätigung), soll die Fenstergröße $n \cdot z$ sein, um unterbrechungsfrei arbeiten zu können. Bei hoher und konstanter Senderaktivität ist Zielpuffern günstiger (z.B. beim Printer-Server oder beim File-Server).

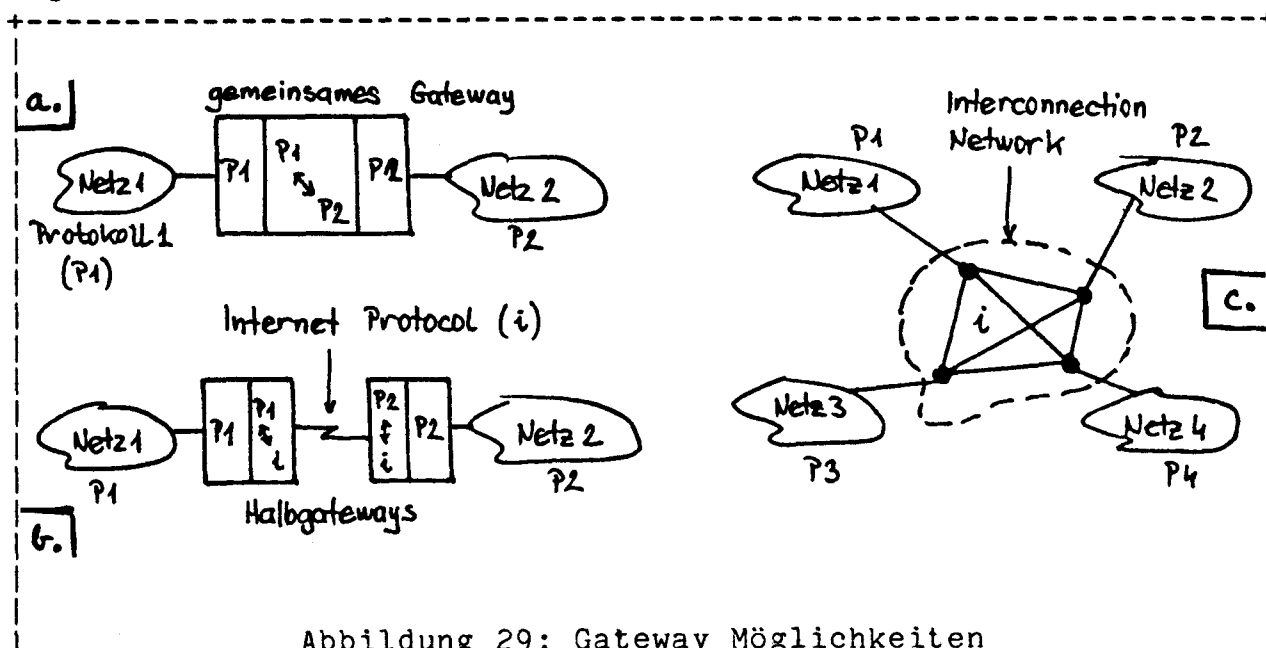
Bei Nachrichten mit gleicher Länge können die Puffer in einem gemeinsamen Pool organisiert werden. Wenn die Nachrichten sehr unterschiedlicher Länge zu erwarten sind (Terminal), muß mit verketteten Puffern variabler Länge gearbeitet werden (mehr Aufwand, langsamer). Die dritte Möglichkeit ist, einen langen zirkulären Puffer für jede Transportverbindung zu reservieren.

Anschluß an fremde Netze (Internetworking)

Zwei Knotenrechner mit unterschiedlichen Protokollen können nicht miteinander kommunizieren. Trotzdem ist es wünschenswert, daß zwei Benutzerprozesse in zwei verschiedenen Netzen miteinander kommunizieren können und zwar so, daß weder die beiden Protokolle noch die beiden Betriebssysteme geändert werden müssen. (Ein wichtiger Grund neben vielen anderen ist: der Anteil des Internetz-Verkehrs gegenüber dem Intranetz-Verkehr beträgt in der Praxis unter 20% .)

Als Lösung bietet sich das Zwischenschalten eines Umwandlerelementes (Gateway) an. Ein Gateway kann ein Knotenrechner sein, der zwei Gesichter hat. (Abbildung 29/a) In keinem der beiden Netzwerke ist das Gateway von normalen Knoten unterscheidbar. Wer soll aber das Gateway besitzen, der Betreiber von Netz A oder von Netz B? Spezielle Probleme entstehen bei dem Betrieb des Gateways, wenn die zu verbindenden Netze verschiedenen Ländern angehören (z.B. Balanced Mode Kommunikation wird erforderlich). Wer trägt die Verantwortung für Fehlerbehebung, Wartung, Anpassung?

Eine bessere Lösung ist, zwei halbe Gateways über eine Kommunikationsverbindung zu verknüpfen. Beide Halbgateways besitzen je zwei Kommunikationseinheiten: eine für ihr Netz und eine für die Kommunikationseinheit des anderen Gateway. Beide Protokolle werden zuerst in ein gemeinsames Internet Protokoll umgewandelt. (Abbildung 29/b)



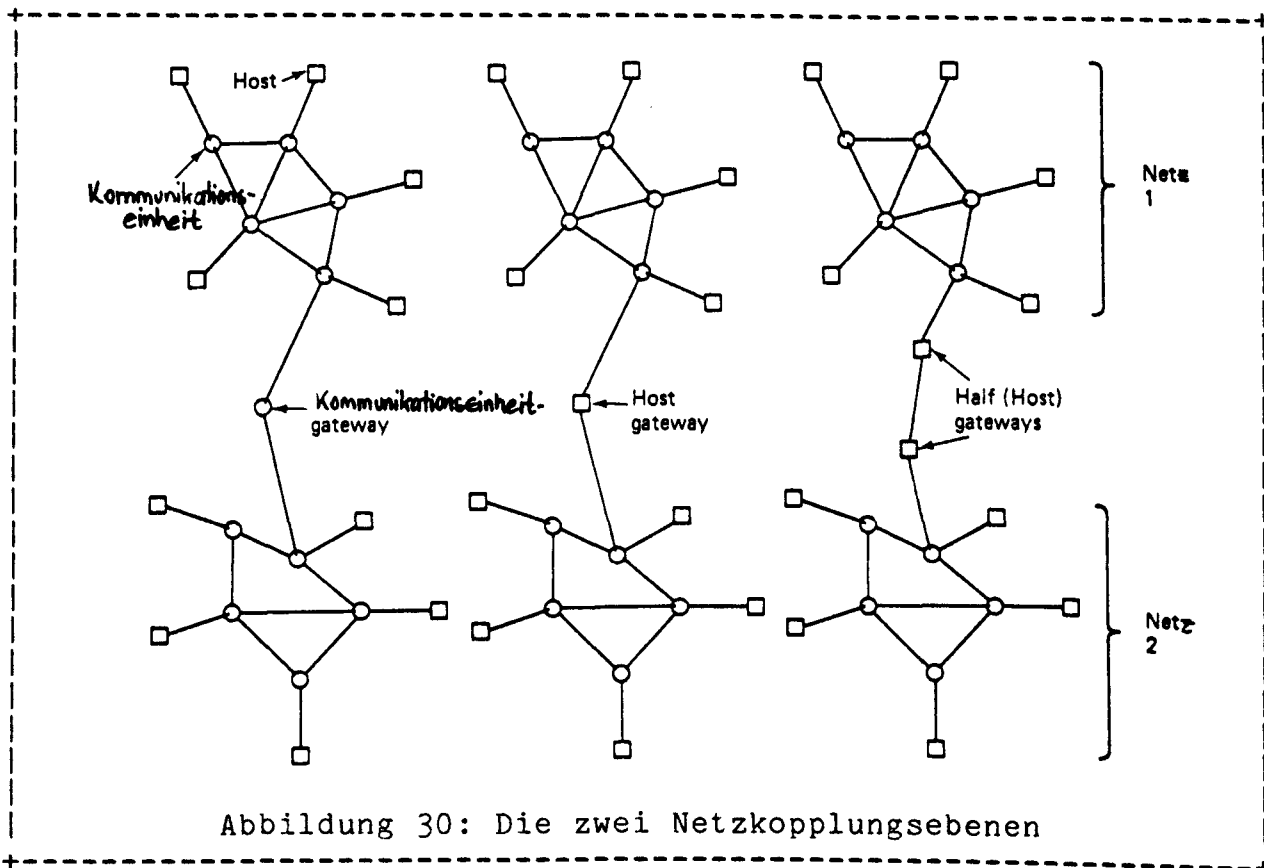
Man kann ein Gatewaynetz aus lauter Gateway-Knoten aufbauen. (Interconnection Network, Supernet, siehe Abbildung 29/c)

Auf welcher Ebene soll die Verknüpfung stattfinden? Man kann

- homogene lokale Netze,
- heterogene lokale Netze und
- lokale Netze mit Fernübertragungsnetzen verbinden.

Im Falle a. wäre noch denkbar, die Kommunikationseinheiten als Gateways auszurüsten. Haben die beiden Netze identische Data Link und Netzwerkprotokolle, so könnte die Gateway-Kommunikationseinheit die Pakete ungeändert ins andere Netz weiterleiten. Mit Ausnahme der Adressierung! Es muß zwischen Knoten k in Netz 1 und Knoten k in Netz n unterschieden werden. Dazu müssen in allen Netzen die Packetheader um ein Adressfeld (Net Address Bits) erweitert werden. Wenn es von allen Netzbetreibern akzeptiert wird, oder wenn alle Netze ursprünglich so konzipiert waren, ist dieser Weg gangbar. Die verlangte Homogenität ist aber selten vorhanden, außerdem ist die Selbstständigkeit der Kommunikationseinheit-gekoppelten Netze vermindert, weil die Kommunikationseinheiten nicht mehr modifiziert werden können.

In den Fällen b. und c. werden einzelne Netze über Knotenrechner gekoppelt. (Abbildung 30) Die Transport-Ebene übernimmt die Aufgabe der Internet-Adressierung und Protokoll-Konversion. Der Aufwand dabei ist davon abhängig, wie ausreichend der Subnetz Service ist. Protocol Translation Gateways bilden Nachrichten des einen Protokolls in Nachrichten des anderen ab, und zwar zwischen ähnlichen Protokollen. Diese Aufgabe ist umso komplizierter, je höher die Ebene ist, der das Protokoll angehört. Protocol Translators werden für Subnetze mit Virtual Circuit Service eingesetzt. Media Conversion Gateways erhalten Datagramme vom einen Netz, packen sie aus ihrem Paketumschlag aus, fügen Routing Informationen hinzu, generieren einen neuen Umschlag, der im anderen Netz Gültigkeit hat, und schicken das Datagramm weiter.



Der CCITT Interconnection Protocol Standard X.75 basiert auf Virtual-Circuit-Netzen und schreibt die Schnittstelle zwischen zwei Halbgateways, die im Virtual-Circuit-Betrieb arbeiten, vor. In diesem Modell will der Quell-host eine Transportverbindung mit einem Remote-Host aufbauen. Der Ziel-host liegt aber außerhalb des Netzes. Daher weiß das Transport Programm, daß zunächst ein Virtual Circuit zum zuständigen Gateway aufzubauen ist. Das Gateway reagiert darauf mit einem X.75 Virtual-Circuit-Eröffnungs-Aufruf an das Nachbar-Gateway. Dies geht so weiter bis zum Erreichen des Zielknotens, wo die End-to-End Transportverbindung hergestellt wird. Die garantierte fehlerfreie und sequenzrichtige Übertragung läuft dann über diese Kette von Virtual Circuits nach den wohlbekannten Regeln ab. Die zusätzliche Routing-Intelligenz, die vom Gateway verlangt wird, entspricht einem statischen Routing auf der Netzwerk-Ebene (unter Kommunikationseinheiten), mit der Ausnahme, daß hier nur die Reihenfolge der Gateways bestimmt wird, nicht die volle Kommunikationseinheit-Sequenz. X.75 ist nur eine Gateway-zu-Gateway-Schnittstelle, das Konzept der "Concatenated Virtual Circuits" bevorzugt aber deutlich die innere Virtual-Circuit-Arbeitweise der betroffenen Netze. X.75 ist fast identisch mit X.25, mit einem wesentlichen Unterschied. Das Feld "facilities" im CALL REQUEST Packet wird mit dem Feld "network utilities" ergänzt, wohin die X.121 Nummern der Netze hintereinander einzutragen sind, über die der Pfad läuft. (X.121 ist ein Vorschlag von CCITT für einen internationalen Netz-Identifizierungs-Standard mit 14 stelliger, dezimaler, hierarchischer Adressen-Zuordnung.)

Die alternative Methode ist das Verknüpfen von Datagram Netzen über Media Conversion Gateway Hosts. Diese Lösung wird von der sog. Research Community (Forschungsinstitute der USA wie ARPA, PARC ...) vertreten. Die detailliertere Funktionsweise der sog. "Protocol Encapsulation Technique" sehen wir bei den Beispielen, hier folgt nur ein Vergleich: Datagram gegen Virtual Circuit beim Internetworking.

Das Konzept "Concatenated Virtual Circuits" hat den Vorteil, daß Header kurz sind. Statisches Gateway Routing ist relativ einfach, Puffer für End to End Pufferung können im voraus reserviert werden, Gateway Verstopfung kann verhindert werden, die richtige Sequenz ist garantiert, duplizierte Pakete gibt es nicht. Der Nachteil ist, daß alle Ressourcen reserviert bleiben für die ganze Zeit, in der die Verbindung besteht, ob die Ressourcen gebraucht werden oder nicht. Gateway-Ausfälle sind kaum umgehbar (keine alternative Route). Das Modell arbeitet ausschließlich mit Virtual-Circuit-Netzen und ist für ein unzuverlässiges Datagram-Netz (das evtl. zwischenschalten wäre, um ein Knoten zu erreichen) nicht geeignet.

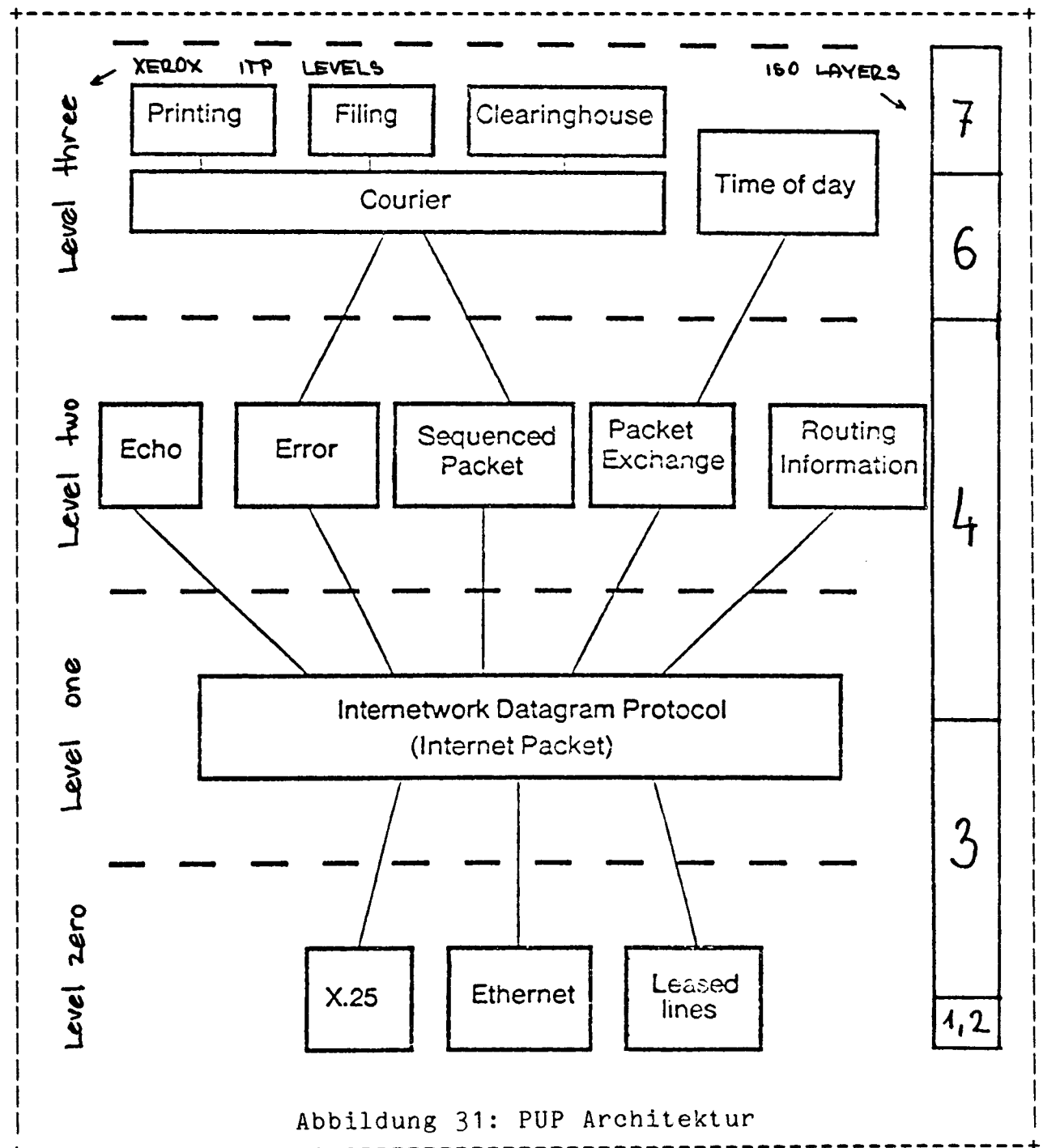
Internet Datagram Anschluß mit Protocol-Encapsulation-Technik ist einfacher zu realisieren, flexibler zu benutzen und gibt einen robusten Netzverbund in Hinblick auf Gateway Fehler. Paket-Header sind lang (Overhead auch im Intranetz Verkehr), Routing ist komplizierter. Es wird meist die sog. Source Routing Strategie verwendet. Für die Festlegung der gesamten Route ist der Ursprungshost zuständig. Dies wird aus Sicherheits-, Gebühren- und Autorisierungsgründen bevorzugt.

Session-Ebene

Die Session-Ebene ist als Dienstprotokoll zwischen Transport-Ebene und Anwendungsebene zu betrachten. Sie bildet eine Software Schnittstelle für ihre Benutzer (die Anwender-Prozesse), um das Transport System (Ebenen 1-4) benutzen zu können. Sie bestimmt die Erscheinungsform des Transportservice für den Benutzer. Die Sitzung ist eine Verbindung zwischen Benutzerprozessen. Um sie aufbauen zu können, müssen in einer LOGIN-Prozedur eine Reihe von Kommunikationsparametern festgelegt werden (Zugriffsrechte, Abrechnungsmodalitäten, Kommunikationsart, Berechtigung, usw.). Nach der gegenseitigen Abprüfung der Bedingungen der Verbindung (binding) wird die Aufforderung auf Sitzungseröffnung angenommen oder abgelehnt. Während des Datenaustauschs müssen die Benutzerprozesse synchronisiert werden. Die Session-Ebene bietet diese Schnittstelle in einer vom Betriebssystem bestimmten Form an.

Der XEROX Internet Transport Protocol Standard

Die PUP Internetwork Architektur (PUP=PARC Universal Packet) ist ein Abkömmling von ARPA Transmission Control Protocol und wird seit 1975 im Forschungszentrum PARC (Palo Alto Research Center) benutzt. Dieser Netzverbund besteht heute aus 25 Netzen von 5 verschiedenen Arten aus 1000 Rechnern und 20 Gatewayknoten. PUP Service wird weltweit von anderen Ethernet-Netzen angeboten (Rochester University <73>). Die Software aller Xerox Workstation Produkte basiert auf dieser Architektur. Im Dezember 1981 wurde ITP als Standard-Empfehlung veröffentlicht <186>. PUP besitzt selbst eine hierarchische Struktur, deren Abbildung auf das ISO Modell in Abbildung 31 gezeigt wird.

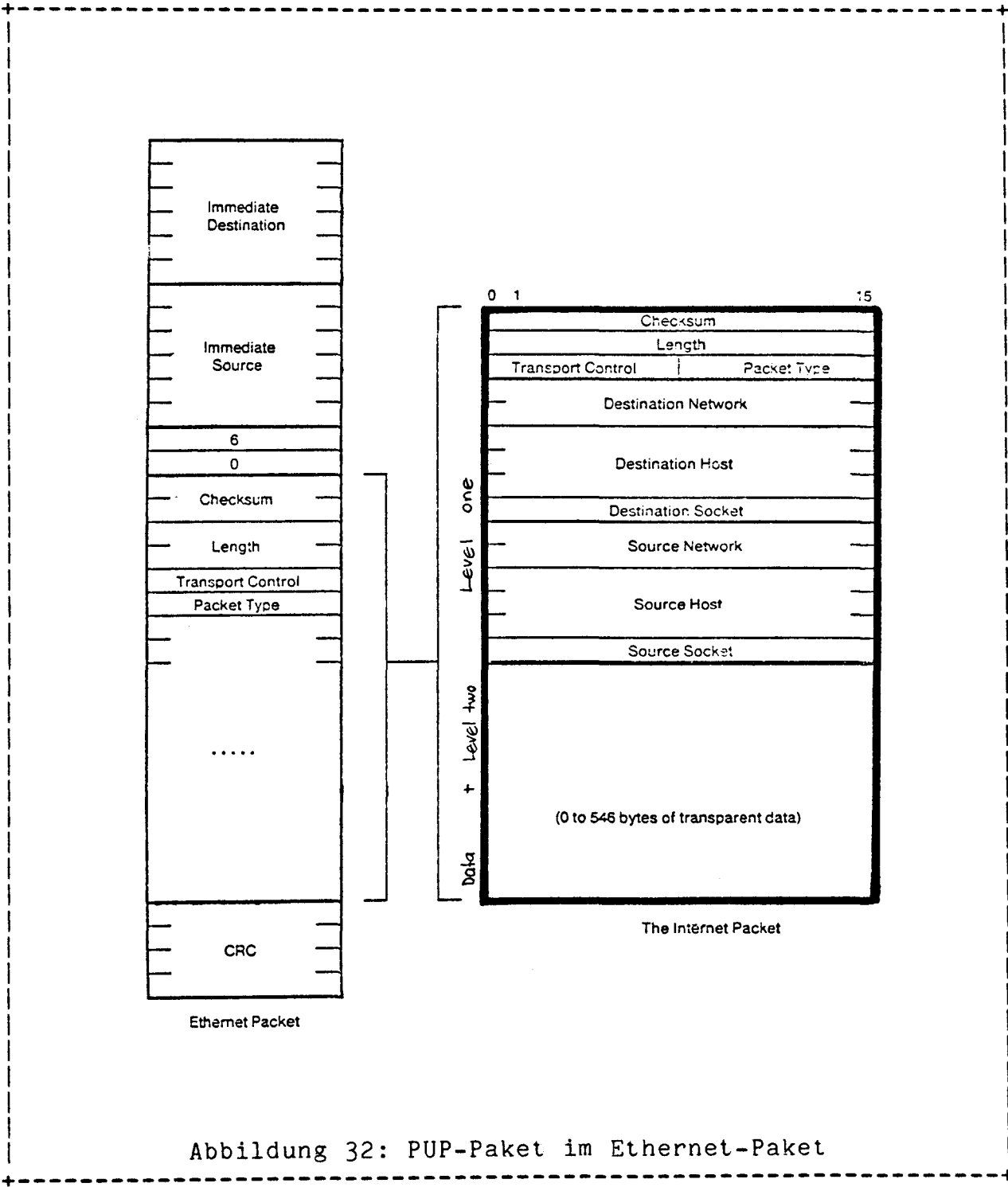


Als integriertes Paketübertragungskonzept dient ITP sowohl für den Intranetz-Verkehr (Ebene 3) als auch für den Internetz-Verkehr (Ebene 4). PUP akzeptiert völlig unterschiedliche Subnetze. Bisher wurden ein Zeitmultiplex-Bus für NOVA Computer (MCA), ein Datagramm Fernübertragungsnetz (ARPA), "leased line store and forward" Netze und das ARPA Packet Radio Netz sowie viele Ethernets zusammengeschlossen.

Level 1 garantiert keine zuverlässige Übermittlung von Datagrammen (PUPs genannt), dort wird nur versucht, jedes einzelne PUP getrennt und unabhängig zu übermitteln. ITP kennt keine Sitzung im Sinne einer dauerhaften Verbindung. Der Aufbau einer Session oder die Bereitstellung erhöhter Zuverlässigkeit ist dem Benutzer überlassen. Diese Ebene vereinheitlicht die unterschiedlichen Eigenschaften der Subnetze, sie gewährleistet Medien-Unabhängigkeit durch Encapsulation-Technik. Durch die flexible Adreßbildung ist die Möglichkeit gegeben, einzelne Sockets selektiv anzusprechen, eine Gruppe von ihnen zu adressieren (multicasting), oder an alle Sockets zu senden (broadcasting). Gewisse Sockets werden als "well known" Sockets verwaltet, über die netzweit bekannte Dienstleistungen zu erreichen sind.

Die verschiedenen Level 2 Protokolle bieten verschiedene Kombinationen von Zuverlässigkeit, Durchsatzrate, Verzögerung und Komplexität. Level 3 beinhaltet die Anpassungsprotokolle.

Die Einbettung des ITP Paketes ins Ethernet Paket wird in Abbildung 32 veranschaulicht.



Das Feld für Level 2 Protokolle wird von diesen in unterschiedlicher Weise benutzt: (Abbildung 33)

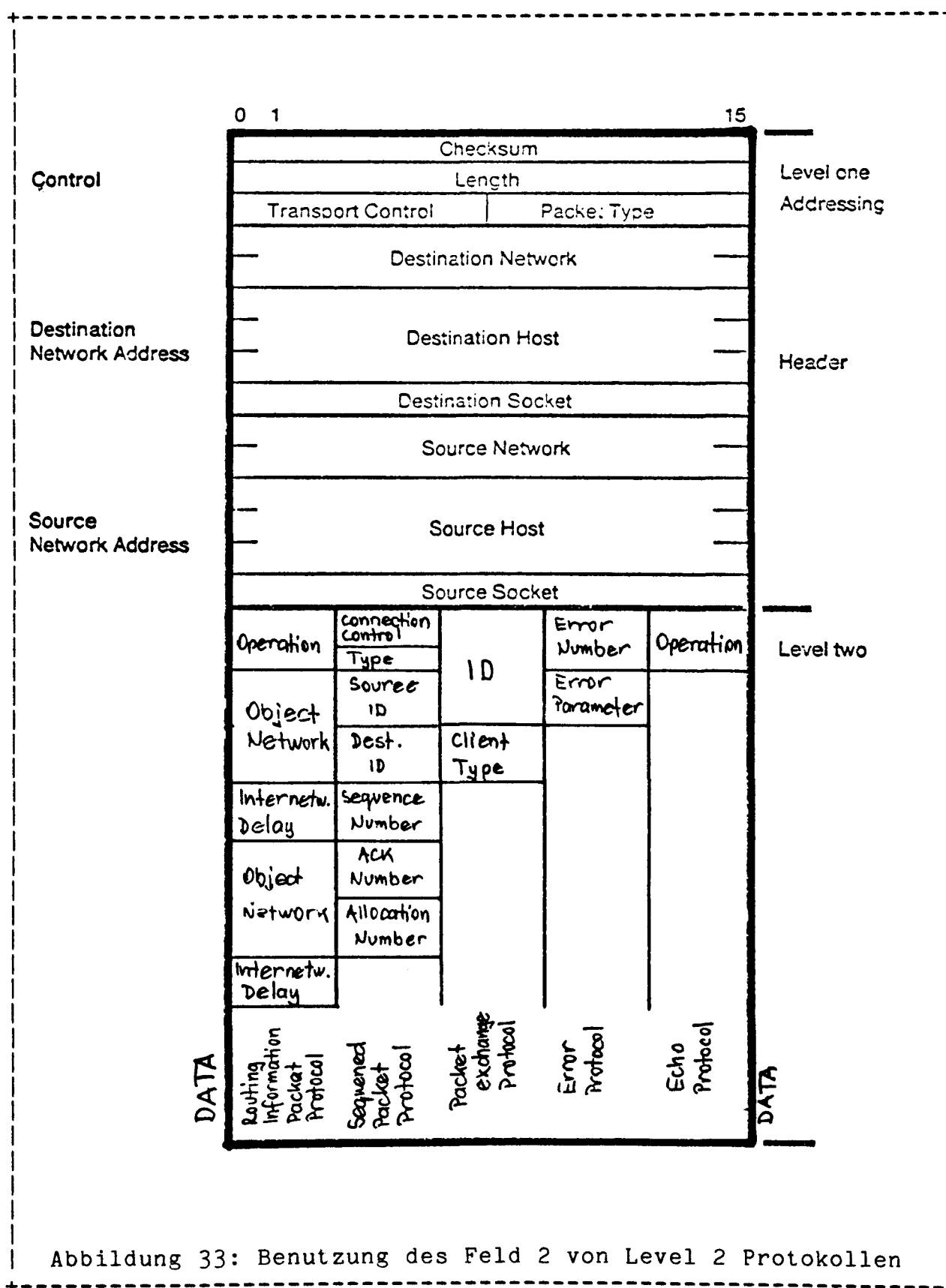


Abbildung 33: Benutzung des Feld 2 von Level 2 Protokollen

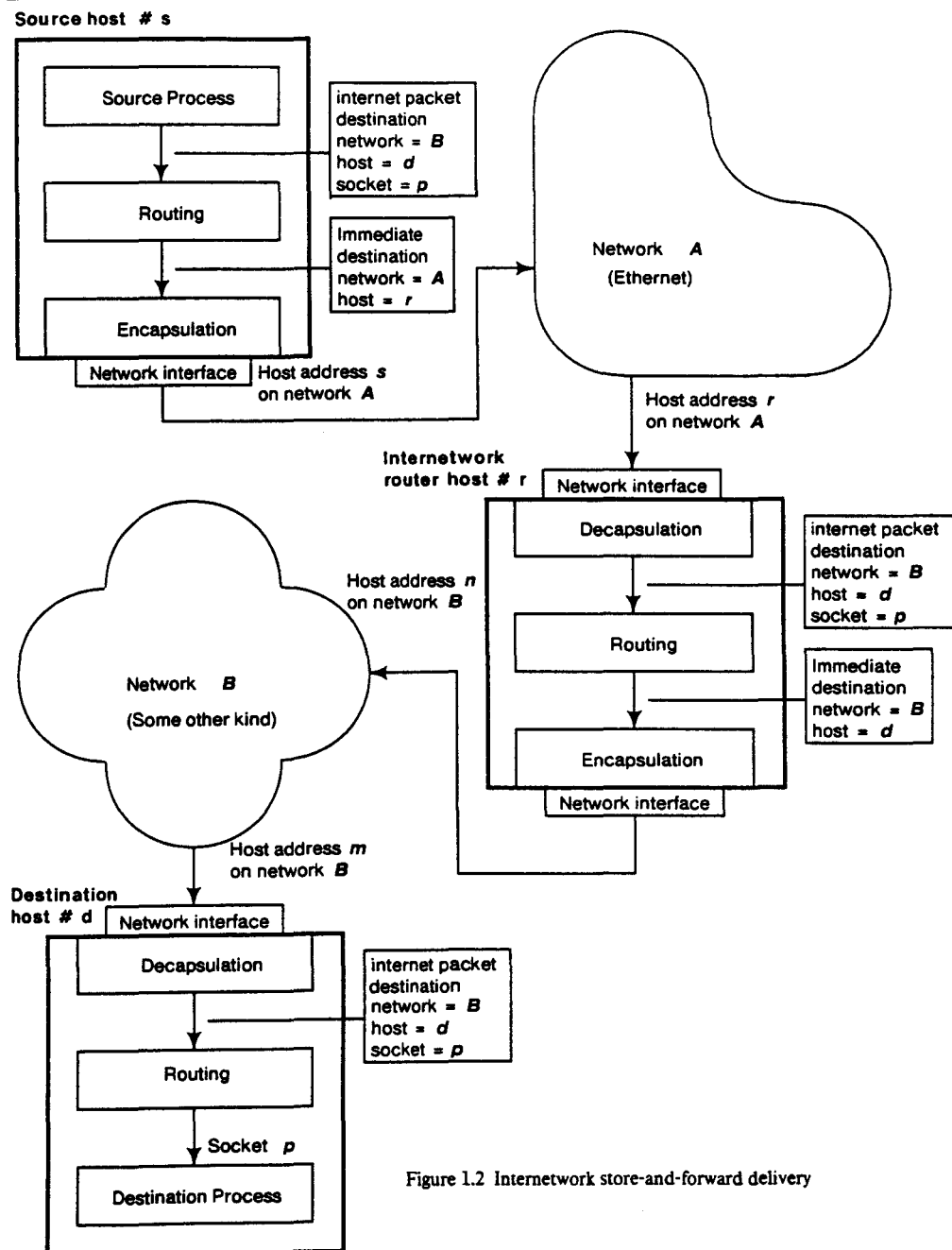


Figure 1.2 Internetwork store-and-forward delivery

Das Routing Information Protocol hat die Aufgabe des Gateway-zu-Gateway Routing. Es ist das Kommunikationsmittel unter Router-Gateways, um Routing Update Information auszutauschen. Dabei wird eine statische tabellenorientierte Methode verwendet. Das Network Number Space bildet einen nicht hierarchischen Adreßraum (flat address space), hierarchisches Routing ist daher nicht durchführbar. Die Entscheidung für eine alternative Route fällt aufgrund des Hopcounts (wieviele Gateways zu passieren sind). So werden eine 9.6 kbaud Telefonleitung und ein 10 Mbit Ethernet Segment gleichgewichtig berücksichtigt. Was alles mit einem PUP während seines Weges geschieht, ist in Abbildung 34 zu sehen. Die Verstopfungskontrolle ist primitiv, nicht mehr annehmbare PUP-s werden einfach abgelehnt.

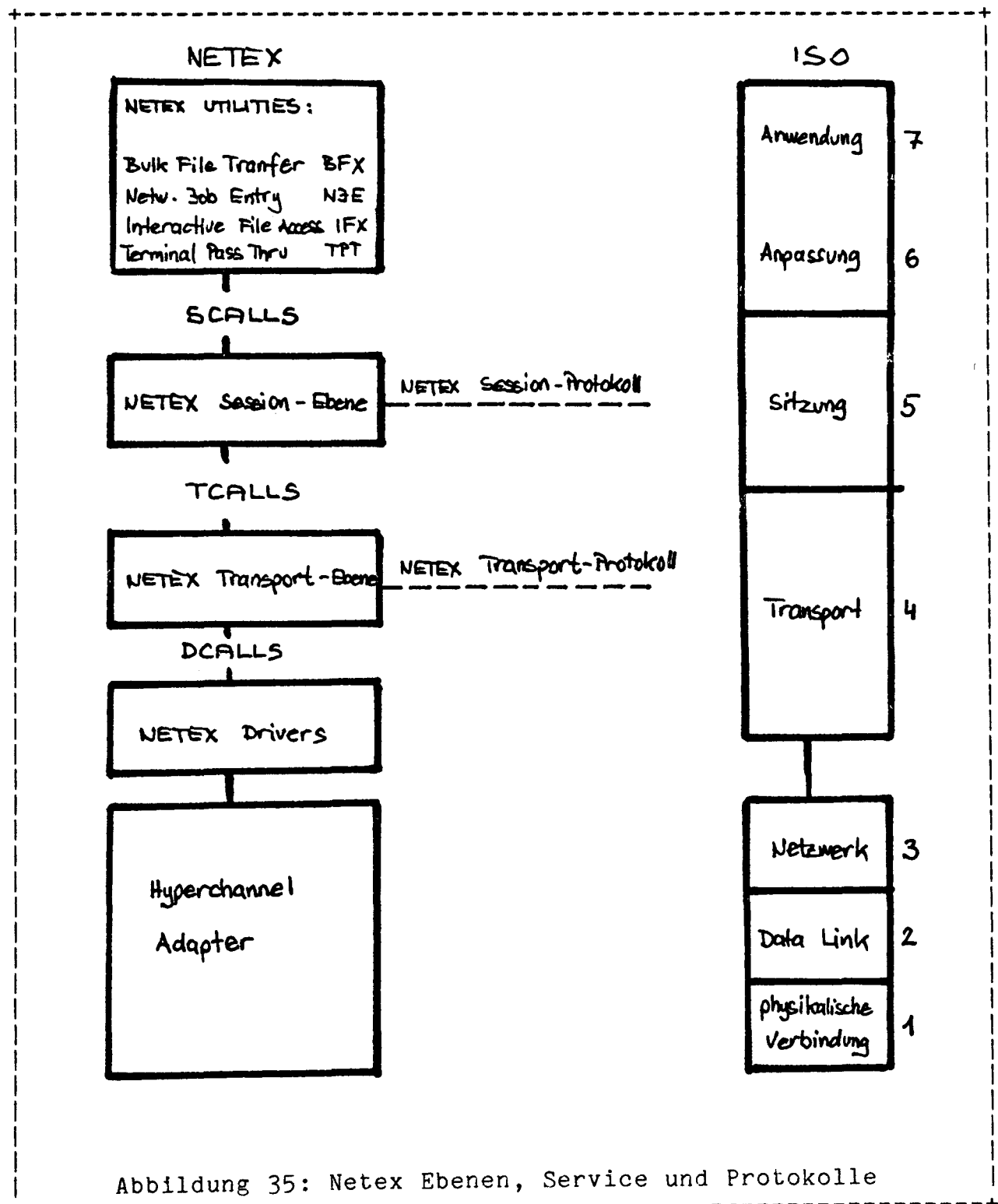
Sequenced Packet Protocol (SPP) ermöglicht eine sichere, flußkontrollierte, sequenzrichtige, vollduplex Transportverbindung zwischen zwei Hosts, die vorher eine Verbindung etabliert haben. Es arbeitet mit dem "sliding window" Mechanismus, erlaubt zusätzlich das Senden von Marker-Bytes, um logische Grenzen zu setzen, und das Senden von "Interrupt" Paketen außerhalb der Sequenz. End to End Puffern bleibt dem Benutzer überlassen. Das Protokoll ist ein Internet Virtual Circuit Service auf Prozeß-zu-Prozeß Basis.

Packet Exchange Protokoll ist ein pures Internet Datagram Protokoll. Es gewährleistet weniger Zuverlässigkeit als SPP, aber mehr als das einfache Austauschen von PUPs.

Error und Echo Protokolle sind für das Netzwerk Management anwendbar.

Transport und Session Layer von NETEX

NETEX (angekündigt im Frühjahr 82) ist die Sammlung der Netzwerk Software Komponenten der Firma Network Systems Corp. für Hyperchannel Netze (kein Netzwerk-Betriebssystem). NETEX besitzt einen hierarchischen Aufbau und umfaßt die Transport und Session Ebenen des ISO Modells (Abbildung 35):



Die Benutzerschnittstelle (Session Calls) unterstützt Assembler, Cobol, Fortran und PL1 Programmiersprachen. NETEX und die UTILITIES sind für die folgenden Betriebssysteme implementiert worden: IBM MVS/SP3, IBM VM/SP, DEC RSX 11M/M+ , DEC VMS, UNIVAC OS1100, CDC NOS, CDC NOS/BE. Die Ergänzung der Betriebssysteme mit NETEX-Komponenten erfolgt mit minimalen Modifikationen (z.B. um NETEX in MVS zu implementieren, brauchen lediglich vier Entry Points in MVS Control Tables geändert zu werden). Der Benutzer gibt normale CALLs an die jeweilige Zugriffsmethode aus (unterstützt werden: SAM, QSAM, BSAM bzw. VTAM, TCAM, BTAM), die NETEX-Komponenten benutzen Cross Memory Services zwischen User Address Space und NETEX Address Space und übermitteln intern alle Daten zwischen NETEX Buffer Pools in den einzelnen Maschinen. (Abbildung 36)

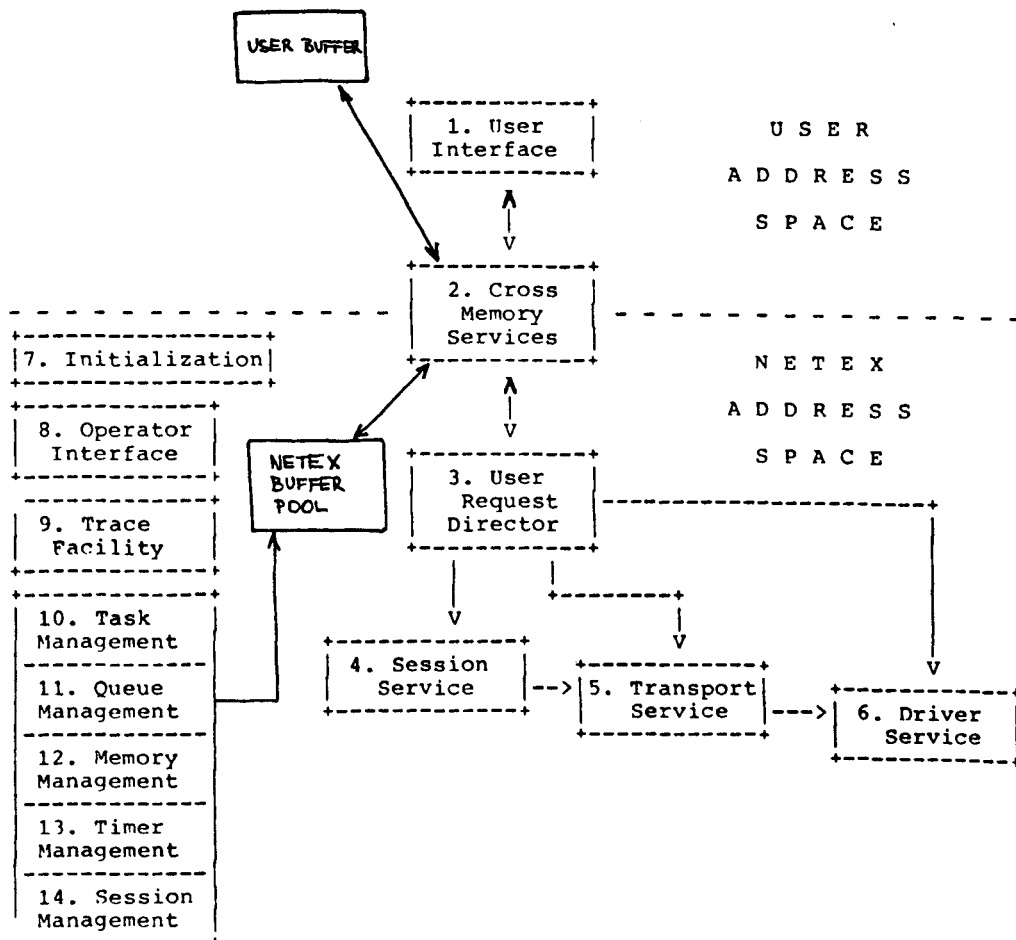
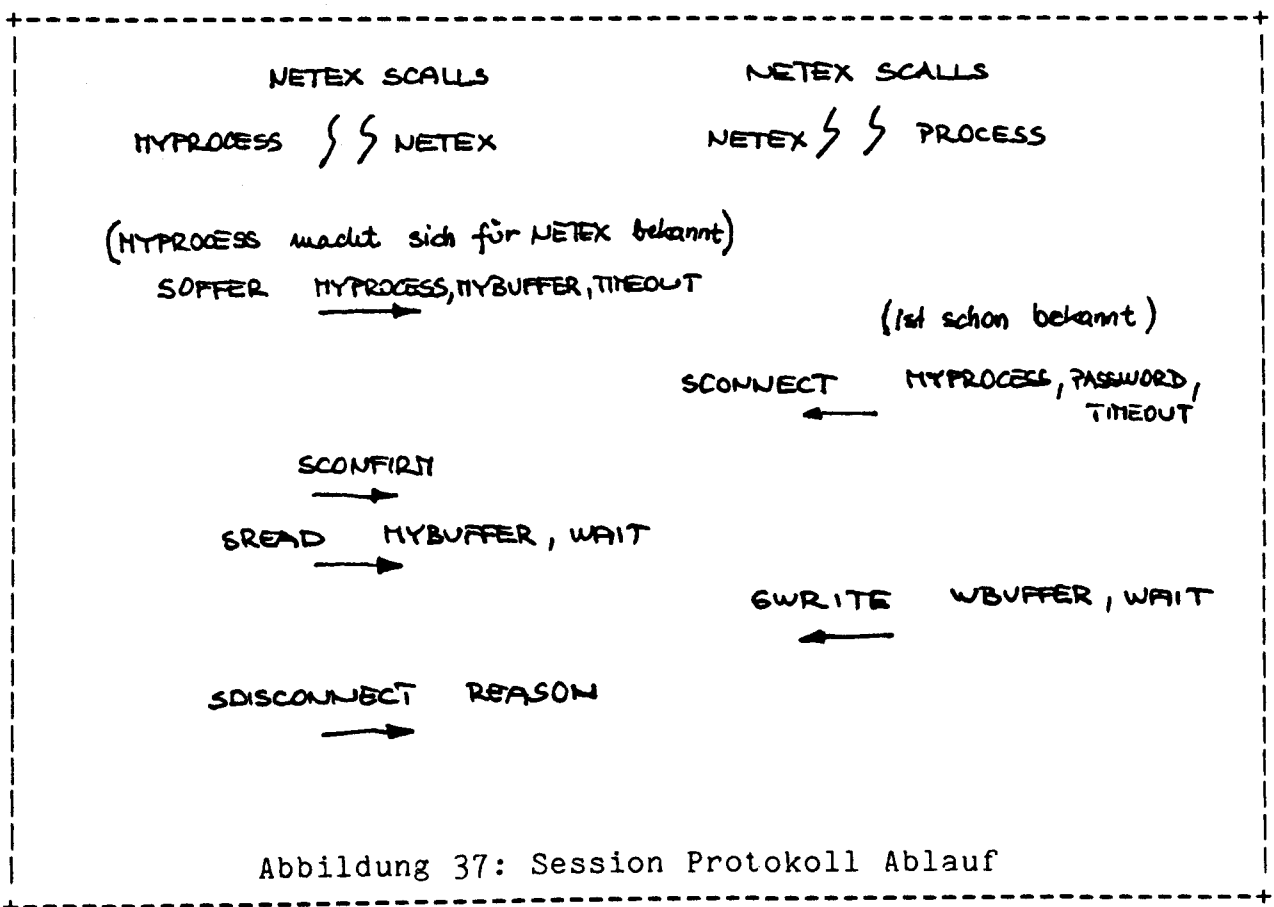


Abbildung 36: NETEX Komponenten

NETEX Session-Ebene Ein Benutzerprozeß kann eine Sitzung mit sich selbst, mit anderen Prozessen im gleichen Rechner oder mit Prozessen in einem entfernten Knoten eröffnen. Er kann mehrere Sitzungen gleichzeitig eröffnet haben. Die möglichen Session Calls sind folgende:

- SOFFER
- SCONNECT
- SCONFIRM
- SREAD (wait/no wait)
- SWRITE (wait/no wait)
- SSTATISTICS
- SDISCONNECT

Die Parameter der Prozeduraufrufe sind in sog. NETEX Request Blocks unterzubringen. SREAD und SWRITE können wahlweise synchron (wait) oder asynchron (no wait) durchgeführt werden. Die Kommunikation zwischen Benutzerprozessen mit Session Protokoll läuft folgendermaßen ab: (Abbildung 37)



NETEX Transport-Ebene: Der Session Ebene wird folgender Transport-Service zur Verfügung gestellt:

- * Auf- und Abbau von Transportverbindungen (mit TOFFER, TCONNECT und TCONFIRM Transport Service Calls)
- * Datenaufteilung, Pufferung und schnelle, effektive, sequenzrichtige Übertragung
- * voll duplex, kontinuierlicher, fehlergesicherter, flußkontrollierter Datenfluß

- * Subnetze mit langer Ausbreitungszeit (Satellite Links) sind unterstützt
- * Internetworking ist unter Hyperchannel/Netex Netzen unterstützt (über Hyperchannel Link Adaptors). Hyperchannel/Hyperbus Kopplung erfolgt über einen Gateway-Adapter (auf der Kommunikationseinheit-Ebene), daher ist u.a. Hyperbus/Netex - Hyperchannel/Netex Kommunikation möglich.

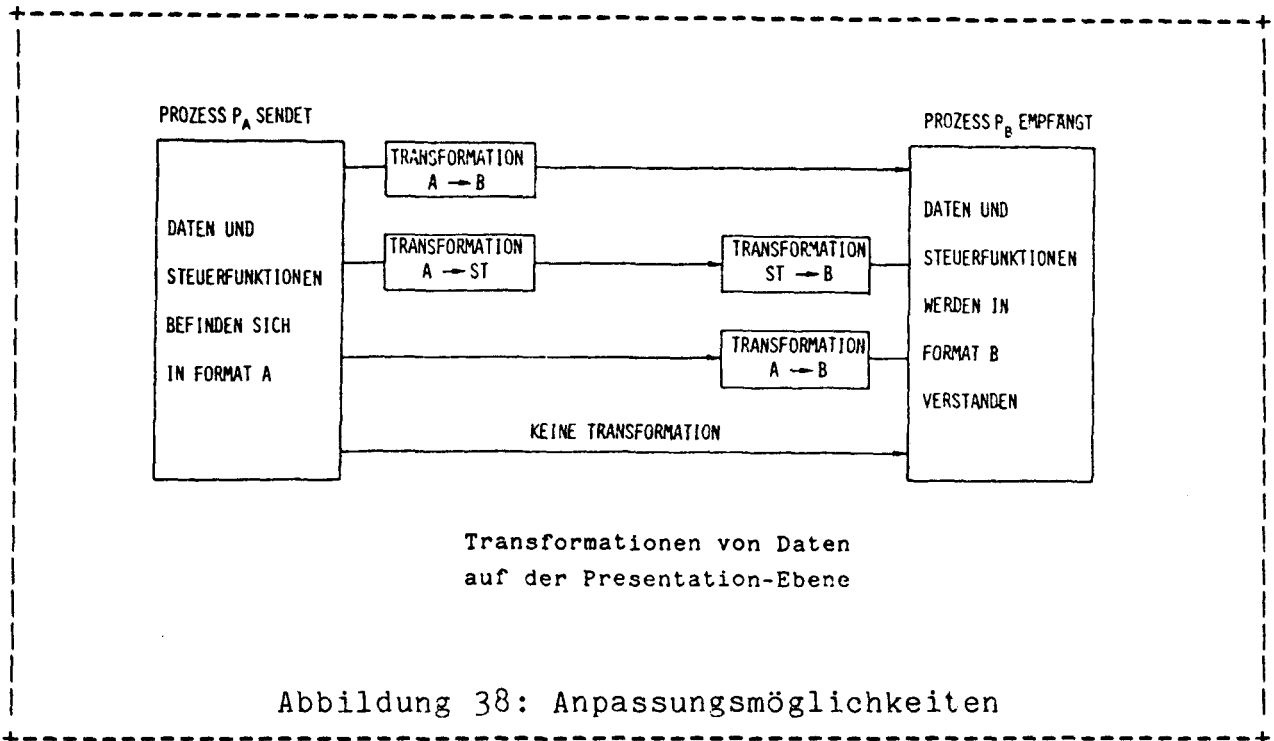
Die Transport-Ebene arbeitet mit Records, deren Länge frei wählbar ist (typisch 24K). Erst im Adapter (Ebene 3) werden die Daten in 4K Pakete aufgeteilt und übertragen. Im Record Header sind zwei Sequenznummern vorgesehen. Die logische Sequenznummer zeigt die originale Reihenfolge der Records. Wiederholte Records tragen dieselbe logische Sequenznummer. Die physikalische Sequenznummer wird bei jedem Übertragungsversuch fortlaufend erhöht. Der Vorteil der doppelten Numerierung ist, daß nicht jeder Record bestätigt werden muß, und daß Gruppen von Records unabhängig, mehrmals bestätigt/nicht bestätigt werden können. Records enthalten weitere Transport-Protokoll-Information (in weiteren Feldern des Record Header): Transport Base, Disconnect, Connect, Ack . Das ACK-Feld hat alle nötigen Informationen für den sog. "Standalone Piggybacked Acknowledgement" Mechanismus, der mit "sliding window" Technik arbeitet, und sowohl zur Sequenzsteuerung als auch zur Flußkontrolle dient:

- * höchste akzeptable logische Sequenznummer (für Flußkontrolle)
- * letzte physikalische Sequenznummer
- * Historie der letzten 16 physikalischen Sequenznummern (ACK oder NAK)

Mit diesem ACK-Mechanismus können die beiden Transport-Programme in den beiden entfernten Rechnern zu jeder Zeit wieder miteinander synchronisiert werden. Die Flußkontrolle bewirkt, daß weder der Hyperchannel Trunk noch der Empfänger-Hostprozeß überflutet werden können.

2.2.7.4 Anpassungsprotokolle

Das Transportsystem (Ebenen 1-4) ist völlig transparent, auf Ebene 6 werden die übertragenen Daten auch inhaltlich näher untersucht. Heterogene Netze arbeiten mit unterschiedlichen Datenformaten, Steuersprachen und Filestrukturen, so daß ohne vorherige Transformation die übertragenen Daten für den Empfänger garnicht interpretierbar wären. Für diese Anpassung gibt es folgende Möglichkeiten: (Abbildung 38)



Fall 4 bezieht sich auf völlig homogene (z.B. Hersteller-) Netze, wo keine Anpassung nötig ist. Fall 1 und 3 sind logisch äquivalent, Format A wird direkt in Format B überführt. Diese relativ einfachen Lösungen dienen immer nur für ein Paar, bei n unterschiedlichen Formaten sind $n(n-1)$ Anpassungsprogramme nötig. Die allgemeine Lösung besteht darin, daß Format A zunächst in ein Standardformat umzuwandeln ist (Presentation Image). Dann werden die Daten entsprechend eines virtuellen Protokolls ausgetauscht, schließlich vom Standardformat in Format B überführt. Bisher haben sich in drei Hauptanwendungsgebieten drei Presentation Images und drei virtuelle Protokolle herauskristallisiert:

- * Virtual Terminal Protocol
- * Virtual File Protocol
- * Network Job Entry

Virtual Terminal Protokolle

Derzeit gibt es über 100 Terminaltypen, die in drei Klassen eingeteilt werden. Scroll Mode Terminals sind die einfachsten, sie besitzen keine Intelligenz. Wenn eine Taste gedrückt wird, wird ein Zeichen an den Rechner abgeschickt. Wenn ein Zeichen über die Anschlußleitung ankommt, wird es einfach dargestellt. Neue Zeilen schieben alte Zeilen nach oben (scrolling). Dieser Klasse gehören die einfachen Start-Stop Hardcopy Terminals und die meisten Bildschirme an. Sie unterscheiden sich in Zeichensatz, Zeilenlänge, Echofähigkeit, Füllerzeichenbedarf, in Behandlung der Spezialzeichen wie CR, LF, TAB, VT, FF, usw. Line Mode Terminals (oder Block Mode Terminals) können eine ganze Seite, einen Schirminhalt darstellen, lokal editieren und ein Teil der Informationen (z.B. die veränderten Zeilen) erst beim Drücken der Taste "ENTER" abschicken. Zusätzliche Unterschiede in dieser Klasse sind Seitenlänge, Cursor Adressierung, Blinking-, Reverse-, Farb-, Intensitätsteuerung und der Grad der Intelligenz beim lokalen Editieren. Form Mode Terminals sind für Spezialanwendungen vorbereitet (z.B. Banken). Die einzelnen Sektionen des Schirms (mit Überschrift versehen) sind Teile eines Dialogs unter strengen Formatbedingungen.

Das Konzept eines virtuellen Terminals basiert auf zwei konsistent gehaltenen Datenstrukturen an beiden Enden der Verbindung (Abbildung 39).

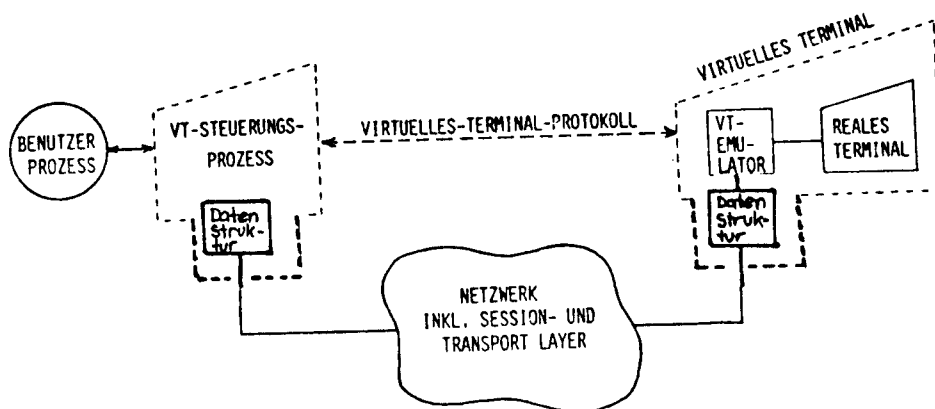


Abbildung 39: Das Virtual Terminal Konzept

Das reale Terminal wird vom Terminal-Emulator-Prozeß auf das virtuelle Terminal abgebildet. Auf der Host-Seite wird das virtuelle Terminal vom Virtual Terminal Steuerprozeß angesprochen. Das eigentliche Virtual Terminal Protokoll wickelt den Datenaustausch zwischen den beiden identischen Datenstrukturen in einem Standardformat ab. Zum Anpassen sind VT-Emulator und VT-Steuerprozeß austauschbar, die Datenstrukturen bleiben erhalten. Die beiden Datenstrukturen müssen durch

Austausch in permanenter Übereinstimmung gehalten werden. Um die verfügbaren Steuerprozeß- und Emulatorprozeß-Möglichkeiten aufeinander abzustimmen, wird bei der Eröffnung einer Sitzung eine Verhandlung geführt, die auch noch zu den Funktionen des Virtual Terminal Protokolls gehört.

International anerkannte VTP gibt es derzeit nur für zeichenorientierte, asynchrone, Start-Stop und Scroll Mode Terminals. X.28 erlaubt einem solchen Terminal den Zugang zum Packet Assembly Disassembly (PAD) Dienst (X.3) eines Knotens in einem X.25 Netz. Das eigentliche VTP, X.29, läuft zwischen PAD und dem Zielknotenrechner ab (Abbildung 40):

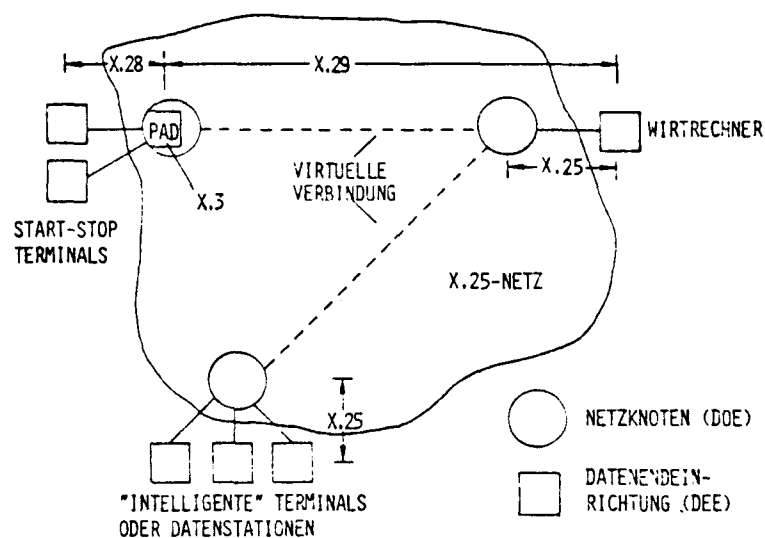


Abbildung 40: X.29 Virtual Terminal Protokoll

Virtual File Protokolle

Die Inkompatibilität der unterschiedlichen Dateirepräsentationen kann auf verschiedene Arten überbrückt werden:

- * Zentralisierte Dateiverwaltung (Central Data Management)
- * Emulation aller möglichen Dateisysteme
- * Virtual File System

Das Virtual File Konzept wird am Beispiel von HMINET2 und BERNET <70> erläutert. Dort wird ein Virtual File System definiert und der Benutzer, der auf die entfernten Daten zugreifen will, spricht das VFS an. Die Anforderungen werden in das Format des VFS transformiert, dementsprechend sieht der Benutzer nur einen einheitlichen Satz von virtuellen Files (Virtual File Store). Die Funktionen des VFS umfassen: Dateiverwaltung (File Management FM), Datenübermittlung (File Transfer FT) und Dateizugriff (File Access FA) (Abbildung 41). Jeder Knoten, der Dateien speichert, speichert nicht nur das reale File Image, sondern auch dessen Beschreibung in Form des VFS (Virtual Image + Virtual Directory), dieses gehört zur FM-Funktion. Entfernte Anforderungen und Dateien werden von einem einheitlichen File Transfer Mechanismus (oft Virtual File Transfer Protokoll genannt) übermittelt (FT-Funktion). Wenn eine Anforderung an einem entfernten Knoten ankommt, wird sie durch den Translations-Mechanismus aufgrund des Virtual Image in eine Anforderung an das lokale reale Filesystem übersetzt (FM-Funktion) und nachher durchgeführt (FA-Funktion). Die Beschreibung eines Files in der Terminologie des VFS, also die virtuelle File-Struktur hat einen hierarchischen Aufbau (Abbildung 41 /b) und wird immer im lokalen Knoten gespeichert. Sie wird Virtual File genannt, obwohl sie nur die Beschreibung und nicht die Nutzdaten enthält. Das "Description" Feld enthält Angaben wie z.B.: Unit Länge, Identifikator, Kompression der Daten, Verschlüsselung der Daten usw. An einem virtuellen File können File Manipulationen durchgeführt werden. Der Ablauf ist aber wegen des nötigen Handshaking komplizierter als eine herkömmliche File-Manipulation (siehe Abbildung 41 /c).

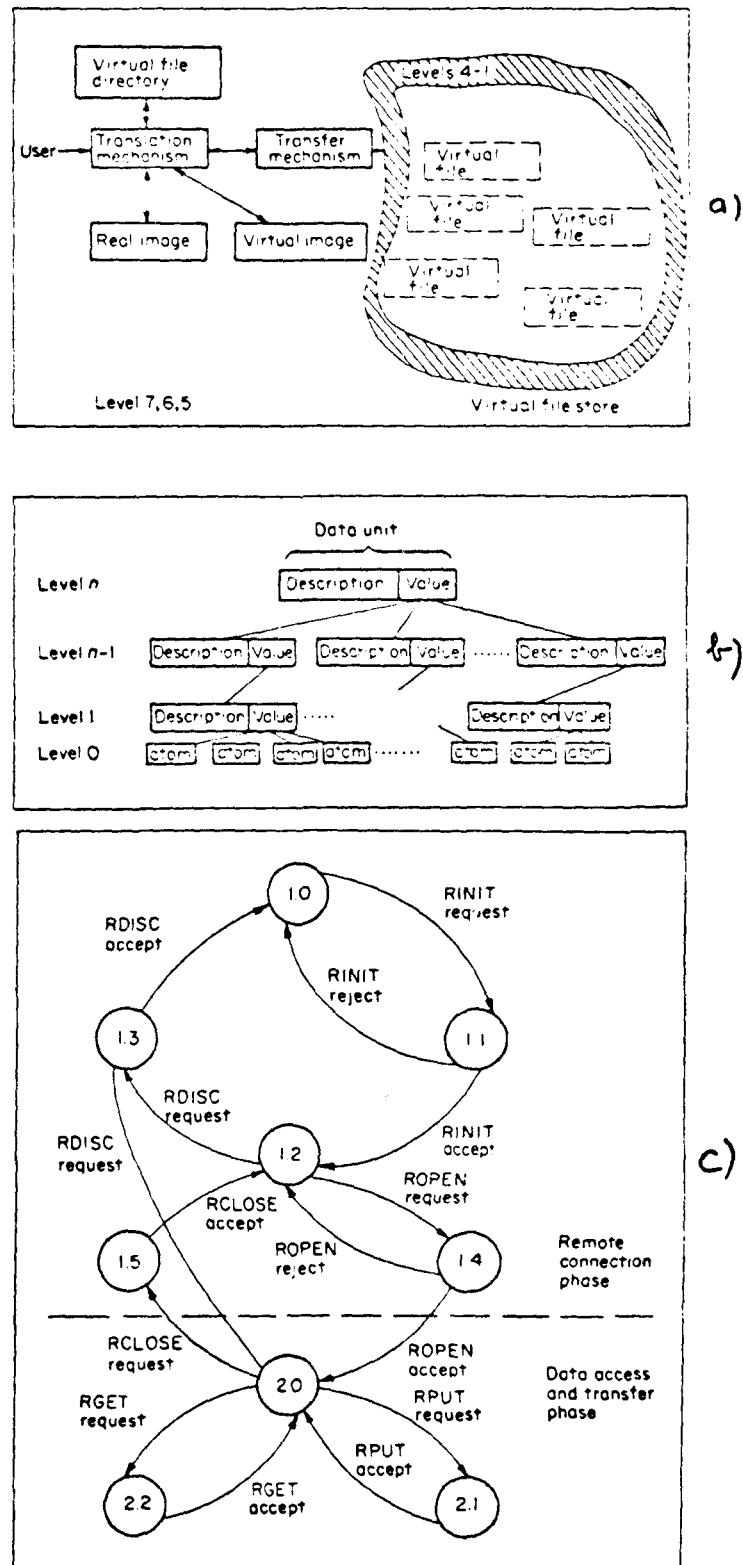


Abbildung 41: Das Virtual File Konzept

Network Job Entry

Die Job-Eingabe im Netz ermöglicht einem Benutzerprozeß, von einem Remote-Knoten aus Batch-Prozesse am Zielrechner ausführen zu lassen. Dazu sind drei Phasen abzuwickeln: Übertragung der Job-Datei, Job-Steuerung am Zielrechner, Übertragung der Ausgabedatei zur Ausgabestation. In der Job-Datei selbst sind die Job-Control-Kommandos des Zielrechners enthalten, der Benutzer muß die Job Control Language des jeweiligen Zielsystems kennen und einhalten; das Konzept einer virtuellen Job Control Language ist derzeit unrealistisch.

Das PIX Remote Job Entry Protokoll (PIX RJE) z.B. weist folgende Funktionen auf:

- * Auftragseingabe
- * Ergebnisausgabe
- * Statusabfrage
- * Abbruchanweisung
- * Bedienerkommunikation

Die Auftragseingabe besteht aus den Phasen:

- * Aufbau einer Transportverbindung zum Zielbetriebssystem (Parameter: Jobkennung, Benutzerkennung, Zielsystemkennung, Kennung des Ausgabegerätes...)
- * Übertragung der Job Datei (Bulk File Transfer)
- * Abbau der Transportverbindung

Nach Ablauf des Batchjobs erfolgt die Ergebnisausgabe mit ähnlichem Ablauf (Es werden also mehrmals Transportverbindungen auf- und abgebaut.)

Schindler behandelt in <78> ein Presentation Service Model, das für die Arbeitsplätze des Büros der Zukunft geeignet ist, und vergleicht die bereits veröffentlichten Standardvorschläge für den Presentation Service.

2.2.7.5 Die Anwendungsebene

Die Grenze zwischen Ebene 6 und Ebene 7 trennt die Entwickler des Netzes von den Benutzern des Netzes. Netz-Anwendungsbereiche, die von allgemeinem Interesse sind und in denen intensive Forschung getrieben wird, sind:

- * Distributed Data Base Systems
- * Distributed Computing
- * Distributed Operating Systems

Distributed Data Base Systems

Distributed DBS erlauben es, die vorhandene und günstige Verteilung von Datenbeständen beizubehalten. Datenbanken verteilt zu halten hat Organisations- Zuverlässigkeits- und Sicherheitsvorteile. Eines der meist besprochenen Gebiete ist die relationale Datenorganisation (Relational Data Base Organisation). Zu welchem Zweck sie verwendet wird, läßt sich am besten am Beispiel einer Personal-Datenbank erklären. Die in Abbildung 42 dargestellte, konventionelle Anordnung solcher Angaben dient zur leichten Beantwortung solcher Fragen, wie: "Erzählen sie mir etwas, lieber Computer, über Mr. Fitch!" Der Algorithmus sucht unter Angestellte (EMP) nach Fitch, und antwortet mit dem Auslisten der zugehörigen Zeile: Programmiersprache (LNG)= COBOL, Programmierpraxis mit der Sprache (USE)= 4 Jahre, Erfahrung (POS)= Project Manager, Dienstzeit (EXP)= 2 Jahre, Gehalt (PAY)= 32.50\$/h, Projekt= Inventory, Manager (MGR)= Fitch.

Diese Organisation stellt aber erhebliche Anforderungen an den Suchalgorithmus, wenn eine Gruppe von Daten unter spezifischen Aspekten auszuwählen ist, z.B. Manager von Projekt P, oder Name der Angestellten die die Sprache S kennen usw. . Die zweidimensionale Tabelle von Abbildung 42/a ist eine Relation, die aus Zeilen und Spalten besteht. Jede Zeile kann eindeutig identifiziert werden durch eine Kombination von Spalten mit gegebenem Wert (Key). Dem Suchalgorithmus wird ein Key mitgeteilt und er sucht nach der zugehörige Zeile. Nähere Untersuchung zeigt gewisse Beziehungen zwischen gewissen Spalten. Diese Abhängigkeit des Wertes in Spalte a vom Wert in Spalte b muß in mehreren Normalisationsschritten beseitigt werden, so daß die ursprüngliche Relation in mehrere unabhängige Relationen aufgeteilt wird (Abbildung 42/b). Die in Abbildung 42/b dargestellte relationelle Organisation der Daten läßt unglaubliche Kombinationen von Keys leicht auffinden, wie z.B.: "Könnte mir vielleicht der Computer auch noch sagen, wieviel Erfahrung mit COBOL diejenigen Senior-Programmer haben, die bei irgendeinem Projekt von Mr. Fitch arbeiten?" In Relation PROJECTS wird gefunden, daß Fitch das Projekt Inventory leitet. Aus der Relation ASSIGNMENTS stellt sich heraus, daß zu diesem Projekt Fitch und Dalton gehören, und von den beiden nur Dalton Senior Programmer ist (normierte Relation Personal4). Von Relation BACKGROUND ist ablesbar, daß Dalton 2 Jahre COBOL Erfahrung hat.

PERSONNEL1:					
EMP	(LNG, USE)	POS	EXP	PAY	(PRJ, MGR)
Bogard	COBOL,3 FORTRAN,2	Sr Prog	4	25.00	Payroll,Smith A/R,Jonas
Dalton	COBOL,2 PL/I,1 RPG,3	Sr Prog	3	24.00	Inventory,Fitch
Fitch	COBOL,4	Prj Mgr	2	32.50	Inventory,Fitch
James	COBOL,5 GPSS,2	Sys Anl	2	29.00	A/R,Jonas Datacomm, Spivey
Jonas	AMBIT,1 BLISS,2 COBOL,1 Pasca!,3	Prj Mgr	1	31.00	A/R,Jonas

PERSONNEL4:				BACKGROUND:		
EMP	POS	EXP	PAY	EMP	LNG	USE
Bogard	Sr Prog	4	25.00	Bogard	COBOL	3
Dalton	Sr Prog	3	24.00	Bogard	FORTRAN	2
Fitch	Prj Mgr	2	32.50	Dalton	COBOL	2
James	Sys Anl	2	29.00	Dalton	PL/I	1
Jonas	Prj Mgr	1	31.00	Dalton	RPG	3
				Fitch	COBOL	4
				James	COBOL	5
				James	GPSS	2
				Jonas	AMBIT	1
				Jonas	BLISS	2
				Jonas	COBOL	1
				Jonas	Pasca!	3

ASSIGNMENTS:	
EMP	PRJ
Bogard	A/R
Bogard	Payroll
Dalton	Inventory
Fitch	Inventory
James	A/R
James	Datacomm
Jonas	A/R

PROJECTS:	
PRJ	MGR
A/R	Jonas
Datacomm	Spivey
Inventory	Fitch
Payroll	Smith

Abbildung 42: Relational Database Organisation

Die voneinander unabhängigen Relationen können verteilt gespeichert und echt parallel durchsucht oder bearbeitet werden. Eine solche Organisation der Datenbestände ist robuster gegen Rechnerausfälle (es fällt nur ein Teil aus, der Rest ist weiter verfügbar, weil er völlig unabhängig ist). Netzwerke bieten die Möglichkeit des Zusammensetzens von Teilergebnissen.

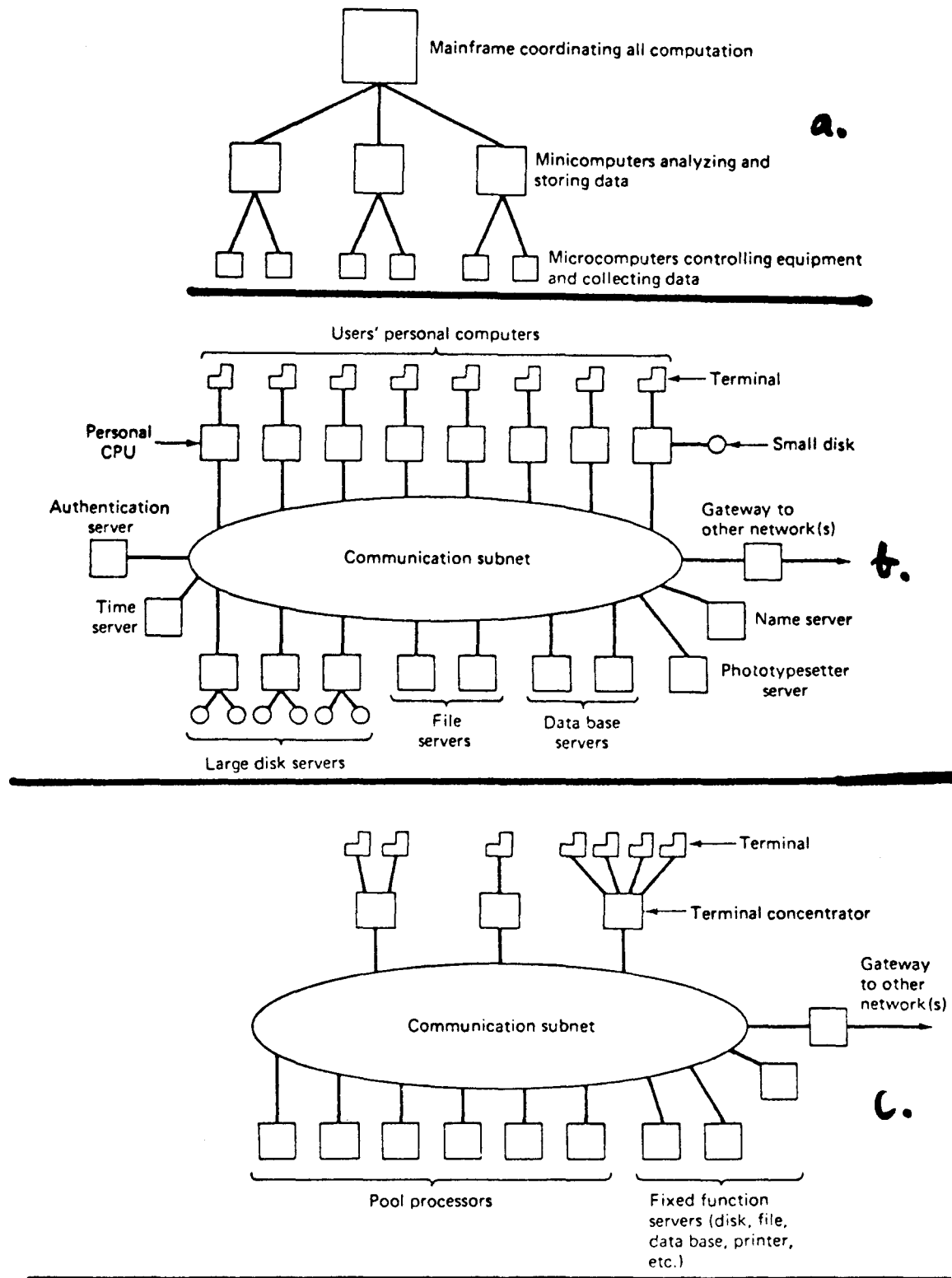


Abbildung 43: Distributed Computing

Distributed Computing

Mit Hilfe von Netzwerken können nicht nur Daten verteilt werden, sondern auch Verarbeitungsprozesse. Manche Anwendungen benötigen eine hierarchische Anordnung der Datenverarbeitungsfunktionen (Abbildung 43/a).

Das User Server Model erlaubt, daß sich Netzbenutzer in kostspielige oder sonst nicht verfügbare Geräte teilen. Deren Benutzung wird durch einen mit allen Raffinessen ausgerüsteten, speziellen Server unterstützt. (Abbildung 43/b) In einem solchen Netz besitzt jeder Benutzer einen eigenen Personalrechner.

Mit derselben Anzahl von Prozessoren können mehr Benutzer bedient werden, wenn die Prozessoren in einem gemeinsamen Pool untergebracht werden (Prozessor Pool Modell, Abbildung 43 /c). Die Terminals werden von den Prozessoren abgetrennt und von Terminal Konzentratoren gesteuert. Dieses Konzept fand seine Realisierung im Cambridge Model of Distributed Computing (CMDS, Cambridge Ring) <118>, <119>, <120>, <158>, <169>, <134> und im Marktprodukt POLYNET <46>.

Netzwerk-Betriebssysteme und verteilte Betriebssysteme

Netzwerk Betriebssysteme bieten dem Netz-Benutzer dieselben Möglichkeiten, wie Betriebssysteme dem Benutzer eines einzelnen Rechners. Sie ersparen ihm, daß er bei Benutzung mehrerer Rechner mehrere userid's benötigt, sich mehrere Job Command Languages aneignet, immer andere Editoren kennenlernen muß.

Ein Netzwerk Betriebssystem entsteht, wenn jeder Knotenrechner sein altes Betriebssystem behält und die Netzwerk-Funktionen als zusätzlicher Code hinzugefügt werden. Aus dem Vorgehen der "allmählichen Erweiterung" von umfangreicher, bereits arbeitender Software resultieren solche Netzwerk Betriebssysteme.

Haigh und Fergus <223> berichten über das Konzept eines Netzwerk Betriebssystems dieser Art, das bei der Kernforschungsanlage AERE Harwell in England entworfen worden ist. Folgende Betriebssysteme sind mit Netzwerk-Funktionen ergänzt worden: GEC OS4000, DEC RSX-11M, ICL VME/B und IBM OS/VS2 (MVS). Im interessanten zweiten Teil werden diese Betriebssysteme im Hinblick auf ihre Eignung verglichen, Interfaces für neue Netzwerk-Software-Komponenten anzubieten.

Bei der Konzipierung eines von Grund auf neuen Netzsystems, kann ein homogener verteilter Aufbau aller Betriebssystem-Funktionen entworfen werden. Verteilte Betriebssysteme basieren auf dem Prozeß-Modell oder auf dem Objekt-Modell des Netzes. Beim Prozeß-Modell werden die Ressourcen von Prozessen gesteuert, und das Betriebssystem ermöglicht lediglich die Interprozeß-Kommunikation (IPC). Beim Objekt-Modell gibt es Objekte, an denen Operationen durchführbar sind. Prozesse müssen Fähigkeiten aufweisen (capabilities), um diese Operationen durchführen zu können. Das Betriebssystem verwaltet diese Capabilities.

Schoch <181> präsentiert einen sehr interessanten Bericht über die Erfahrungen in Xerox PARC (Ethernet Umgebung) mit einer verteilten Programmsteuerungsmethode WORM (=Wurm) genannt. Die Segmente von WORM laufen auf verschiedenen Maschinen, besitzen aber ausreichend Information über das gesamte WORM. Beim Ausfall oder Ende eines Segments suchen die anderen Segmente eine neue Maschine und lassen den Programmteil dort weiterlaufen. So scheint der Wurm sich im Netz weiterzuschleppen. Mit dieser Methode hat man den Lauf von sehr langen (übernacht alleine laufenden) Programmen und Netzsoftware-Testprogrammen organisiert.

Mitchell und Dion <182> vergleichen zwei bewährte verteilte File Systeme: Xerox Distributed File System und Cambridge File Server.

Spector <183> behandelt sehr schnell ausführbare Interprocess Communication Primitives, die Remote Referenzen über ein 3Mbit Ethernet zwischen zusammenarbeitenden Prozessen innerhalb von 150 usec erlauben.

Kramer <3> vergleicht bereits vorgeschlagene IPC Primitives.

GRAPEVINE <184> ist ein echtes Distributed Operating System in Xerox PARC mit Dienstleistungen wie: Computer Mail, Naming der Benutzer, Maschinen und Services, verteilte Berechtigungskontrolle usw.

AMOEBA <4> ist das Distributed Operating System der Universität Amsterdam.

OCTOPUS <5>, <135> ist das Distributed Operating System von Lawrence Livermore Lab. für ein Hyperchannel Netz.

Stony Brook Multicomputer <6> ist ein hierarchisches, verteiltes Betriebssystem.

3.0 KLASSEIFIKATION BEKANNTER SYSTEME IN TABELLEN

Im folgenden werden existierende Rechnernetze nach den folgenden Kriterien klassifiziert:

- Einsatzgebiet
- kommerzielle Verfügbarkeit
- Topologie
- physikalische Eigenschaften der Übertragung
- Vermittlungstechnik
- Zugangsmethode zum Übertragungsmedium
- angewandte Protokolle

Die Klassifikation erfolgt in Form von einer mehrdimensionalen Matrix, wo jede Einordnung nach einem Kriterium (d.h. eine zweidimensionale Tabelle), eine Ebene in der Matrix repräsentiert.

Netz	Einsatz- gebiet	Verbin- dung von P u M G	Anwendungszweck
LCN	Rechenzentrum	G	Integration von Hochleistungs- rechnern
HYPERchann	Rechenzentrum	M G	Integration von Höchstleistungs- rechnern
ETHERnet	Büro, Forschung, Ausbildung	P u M	Bürokommunikation, Daten- und Textverarbeitung
NET/ONE	Büro	P u M	
UNET	Büro	P u M	Daten- und Textverarbeitung
HYPERbus	Forschung	P u M	Vernetzung von Terminals und Minirechnern
FORDnet	Forschung	u M	
ZNET	Büro, Ausbildung	P u	Datenübertragung
CLUSTER/ONE	Büro, Ausbildung	P u	Datenübertragung
OMNINET	Büro, Ausbildung	u	Vernetzung von Mikrorechner
SHINPADS	Militär	P u M	Kriegsschiffüberwachung
INFINET	Büro	u	Vernetzung von Mikrorechner
AMOS	Forschung	u M G	Anschluß von Experimentrechnern an Höchstleistungsrechnersystem
HMINET2	Forschung Rechenzentrum	u M G	Experimente mit Netzsystemen
LOCHNES	Forschung Industrielle Anw.	u M	Datenübertragung, Prozeßüber- wachung
Legende: P-Peripherien u-Mikrorechner M-Minirechner G-Großrechner			

Netz	Einsatz- gebiet	Verbin- dung von P u M G	Anwendungszweck
CAMBRIDGE RING	Rechenzentrum Ausbildung, Uni	P u	Funktionsverbund, Lastverbund Datenverbund
POLYNET	Büro	P u M	Datenübertragung
PLANET	Büro, Forschung	P u M	Terminalanschluß
XIBUS/XINET	Büro, Forschung	P u M G	Text-, Sprach-, Datenübertragung, video
PRIMENET	Forschung	M	Datenübertragung
ZURICH RING	Forschung	P M G	Datenübertragung (Sprachübertr.)
SERIES/1	Büro	P u	Textverarbeitung, Verbindung zur großen DV-Einrichtung
SILK	Büro, Industrie	P	integrierte Daten- und Sprachkommunikation
WANGnet	Büro	P u	Sprachvermittlung, Textverarbeitung
LOCALNET	Büro, Ausbildung	P u	Textverarb., Datenübertragung
VIDEODATA	Industrie		Prozeßüberw., Sprachübertr., video
CABLENET	Büro, Industrie		Sprach-, Datenübertragung
MITREnet	Forschung	u	
DIKOS	Industrie	P	integrierte Textverarbeitung, Daten- und Sprachvermittlung
SIELOCnet	Forschung	u	Funktionsverbund, Lastverbund Datenverbund
Legende: P-Peripherien u-Mikrorechner M-Minirechner G-Grossrechner			

Netz kommerzielle Verfügbarkeit / Implementationen			
=====			
LCN		Markt-	H: Control Data Corp.
K		produkt	V: Control Data GmbH
=====			
HYPERchann		Markt-	H: NSC (über 80 Kunden in 100 Orten
K		produkt	V: Network Systems GmbH davon ca. 12 in Europa)
=====			
ETHERnet		Markt	H: Dec, Intel, Xerox (DIX)
		produkt	V: Xerox Deutschland
K			(-entwickelt und erstmalig eingesetzt bei
			Xerox in Palo Alto Research Center (PARC)
			-ca. 100 Firmen haben die Lizenz erworben)
=====			
NET/ONE		Markt-	H: Ungermann-Bass (21 Kunden, davon 4 in Europa)
I		produkt	V: Kontron GmbH
=====			
UNET		Markt-	H: 3COM
I		produkt	V: Tewidata
=====			
HYPERbus		Markt-	H: Network Systems Corp. (NSC)
K		produkt	V: Network Systems GmbH.
=====			
FORDnet		Einzel-	H: Ford Aerospace
I		entwicklung	
=====			
ZNET	I	Marktprod.	H: Zilog
=====			
CLUSTER/ONE		Marktprod.	H: Nestar
=====			
OMNINET	I	Marktprod.	H: Corvus Systems
=====			
SHINPADS	I	Einzelentw.	H: Sperry Univac Defense Sys. Div.
=====			
INFINET	K	Marktprod.	H: Zeda Computers Int. Ltd.
=====			
AMOS		Einzel-	H: Max Planck Institut, Garching
I		entwicklung	
=====			
HMINET2		Einzel-	H: Hahn Meitner Inst., Berlin
I		entwicklung	
=====			
LOCHNES		Einzel	H: Zentralforschungsinstitut für Physik, Ungarn
K		entwicklung	
=====			
Legende: H: - Hersteller/Entwickler/Lizenzträger V: - Vertreiber			
I: - integriertes Netz K: - nur Komponenten			

Netz | kommerzielle Verfügbarkeit / Implementationen

```

=====
CAMBRIDGE | Einzel-      | H: Computer Laboratory der Cambridge University
RING      I | entwicklung |   in England
=====
POLYNET   I | Marktprod.  | H: Logica Ltd. (U. K.)
=====
PLANET    I | Marktprod.  | H: Racal Data Comm.
=====
XIBUS/XINET | Marktprod. | H: Xionics
=====
PRIMENET  I | Marktprod.  | H: Prime Computer
=====
ZURICH RING | Einzelentw. | H: IBM Zurich Research Lab.
=====
SERIES/1   I | Marktprod.  | H: IBM General Systems Div.
=====
SILK       | Markt-      | H: Hasler AG., Bern
          I | produkt    |   (bisher zwei Pilotprojekte)
=====
WANGnet    | Markt-      | H: Wang
          K | produkt    | H: Wang Deutschland
=====
LOCALNET   I | Marktprod.  | H: Sytek
=====
VIDEODATA  I | Marktprod.  | H: Interactive Systems/3M
=====
CABLENET   K | Marktprod.  | H: Amdax
=====
MITREnet   | Einzel-      | H: Mitre Corp. (Es besteht die Absicht,
          | entwicklung |   schlüsselfertige Netze zu liefern, 1980 waren
          |             |   jedoch nur einzelne Komponenten zu kaufen)
=====
DIKOS      K | Markt-      | H: AEG Telefunken
=====
SIELOCnet  I |             | H: Siemens
=====
Legende: H: - Hersteller/Entwickler/Lizenzträger  V: - Vertreiber
          I: - integriertes Netz  K: - nur Komponenten

```

Netz	Topologie
LCN	Bus
HYPERchann	Bus: Bidirektionales Broadcast-System
ETHERnet	Bus: Bidirektionales Broadcast-System
NET/ONE	Bus: Bidirektionales Broadcast-System
UNET	Bus: Bidirektionales Broadcast-System
HYPERbus	Bus: Bidirektionales Broadcast-System
FORDnet	Bus: Bidirektionales Broadcast-System
ZNET	Bus: Bidirektionales Broadcast-System
CLUSTER/ONE	Bus: Bidirektionales Broadcast-System
OMNINET	Bus: Bidirektionales Broadcast-System
SHINPADS	mehrfacher Bus
INFINET	Bus: Bidirektionales Broadcast-System
AMOS	Stern
HMINET2	Stern
LOCHNES	Bus: Bidirektionales Broadcast-System

Netz	Topologie
CAMBRIDGE RING	Ring
POLYNET	Ring
PLANET	Ring
XIBUS/XINET	Ring
PRIMINET	Ring
ZURICH RING	Ring
SERIES/1	Ring
SILK	Ring
=====	=====
WANGnet	Wangband: Bus-Struktur Interconnect Band: Punkt-zu-Punkt
LOCALNET	Baum
VIDEODATA	Baum
CABLENET	Baum
MITREnet	Zweikanaliger Bus: Unidirektionales Rundfunksystem (inbound / outbound)
=====	=====
DIKOS	unidirektionaler Bus, oder Stern
SIELOCnet	Stern-Bus (mit Sternkoppler)
=====	=====

Netz	PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN DER ÜBERTRAGUNG						
	Medium	Signal- struktur	Daten- rate Mbit/s	Kabel- länge Km	Max An- zahl End- einheiten	Daten- kodie- rung	Bemerkung
LCN	1-4 Koax.	Basis- band	50	0.9	32		Phasen-modulierter 150 Mhz Träger
HYPERchann	1-4 Koax.	Basis- band	50	1.6	64	Manch.	
ETHERnet	Koax.	Basisb.	10	0.5	1024 100/segm	Manch.	
NET/ONE	Koax.	Basisb.	10	0.5	200	Manch.	
UNET	Koax.	Basisb.	10	0.5	100	Manch	
HYPERbus	Koax.	Basisb.	6.3	1	128	Manch.	
FORDnet	Koax.	Basis- band	0.8	3	255	B-S-B PCM	
ZNET	Koax.	Basisb.	0.8	2	255		
CLUSTER/ONE	Flachbk.	TTL	0.25	0.5	64		
OMNINET	Twisted P	Basisb.	1	1.2	64		
SHINPADS	Triaxkabel	Basisb.	10	0.3	256		
INFINET	Twisted P	Basisb.	0.025	5	30		
AMOS	Licht- leiter + Telefonleitg				2		entspr. X.25
HMINET2	Telefon- leitung		0.05		2		entspr. X.25
LOCHNES	Koax.	Basisb.	1	1	32	Manch.	

Legende: Manch. - Manchester-Kodierung

Netz	PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN DER ÜBERTRAGUNG						
	Medium	Signal- struktur	Daten- rate Mbit/s	Kabel- länge Km	Max An- zahl End- einheiten	Daten- kodie- rung	Bemerkung
CAMBRIDGE RING	Telefon- leitung	TTL- Signale	10(4)	2	256	Manch.	
POLYNET	Telefon- leitung	TTL- Signale	10(4)	2	256	Manch.	
PLANET	Koax.	Basisb.	10	50	500	Manch	
XIBUS/XINET	Twisted P		10	0.2	512(4095)		
PRIMENET	Koax.	Basisb.	8	1			
ZURICH RING	Twisted P	Basisb.	4		200/Ring	Manch.	
SERIES/1	Koax.	Basisb.	2	3	16		
SILK	2 Koax. oder Licht- leiter		11	0.5	150 Lokal- blöcke je 7 An- schl.=1050		
WANGnet	2 Koax.	Breitb.	12	3.5			
LOCALNET	1 Koax.	Breitb.	0.1-2.5	50	24000	AM	
VIDEODATA	1 Koax.	Breitb.	.001-.96	9	2000	AM	
CABLENET	1 Koax.	Breitb.	.1 -14	120	16350	Filtered AM	
MITREnet	2 Koax.	RF Band	1.2			AM	
DIKOS	Licht- leiter	TDMA	10			PCM	256 Zeitkana- le zu je 32kbit/s + 128 Zeitk. zu je 64kbit/s
SIELOCnet	Licht- leiter		16	0.6	16		

Legende: Manch. - Manchester coding AM - Amplituden Modulation

Netz		Vermittlungstechnik
=====		
LCN		Messagevermittlung
=====		
HYPERchann		Paketvermittlung
=====		
ETHERnet		Paketvermittlung
=====		
NET/ONE		Paketvermittlung
=====		
UNET		Paketvermittlung
=====		
HYPERbus		Paketvermittlung
=====		
FORDnet		Paketvermittlung
=====		
ZNET		Paketvermittlung
=====		
CLUSTER/ONE		Paketvermittlung
=====		
OMNINET		Paketvermittlung
=====		
SHINPADS		Paketvermittlung
=====		
INFINET		Paketvermittlung
=====		
AMOS		Paketvermittlung
=====		
HMINET2		Paketvermittlung
=====		
LOCHNES		Paketvermittlung
=====		

Netz	Vermittlungstechnik
=====	
CAMBRIDGE RING	Paketvermittlung (Vermittlung von sog. Minipaketen oder Ringpaketen mit 2 Bytes Dateninhalt)

POLYNET	Paketvermittlung (Vermittlung von sog. Minipaketen oder Ringpaketen mit 2 Bytes Dateninhalt)

PLANET	Paketvermittlung (Vermittlung von sog. Minipaketen oder Ringpaketen mit 2 Bytes Dateninhalt)

XIBUS/XINET	Paketvermittlung

PRIMENET	Messagevermittlung

ZURICH RING	Paketvermittlung

SERIES/1	Paketvermittlung

SILK	Leitungsvermittlung in Zeitmultiplexbetrieb (TDMA) (Stand + Wählleitungen)
=====	
WANGnet	* Interconnect Band: Leitungsvermittlung a, 16+32 festgeschaltete Verbindungen für sync/async Übertragung mit 64 bzw. 32 kBit/s b, 256 Wählleitungen für 9.6 kBit/s sync/async Übertr. * Wangband: Packet Vermittlung

LOCALNET	Paketvermittlung

VIDEODATA	Paketvermittlung

CABLENET	Leitungsvermittlung

MITREnet	Paketvermittlung

DIKOS	Leitungsvermittlung in Zeitmultiplexbetrieb (TDMA) (Takt- und Rahmensynchronisation durch Master-Clock-Station)

SIELOCnet	Paketvermittlung
=====	

Netz	Zugangsmethode zum Übertragungsmedium
LCN	konfliktfreie Prioritätssteuerung "Trunk Reservation And Contention Elimination (TRACE)" " self synchronizing rotating priority mechanism "
HYPERchannel	* CSMA mit Priorität * Kollisionserkennung: das Fehlen von "ACK" * drei Prioritätsebenen: "alert", "normal", "background" * bei Stillstand: "free flow", nach Sendeschluss: "priority slots"
ETHERnet	CSMA/CD, bei Konflikt Stoersignal, keine Prioritaet moeglich Konfliktlösung durch "binary exponential backoff"
NET/ONE	CSMA/CD
UNET	CSMA/CD
HYPERbus	CSMA/CA (Collision Avoidance) konfliktfrei
FORDnet	CSMA/CD, "deterministic backoff"
ZNET	CSMA/CD
CLUSTER/ONE	CSMA/CD
OMNINET	CSMA
SHINPADS	Polling (getrenntes Kabel für Polling und für Datenübertr.)
INFINET	CSMA/CD
AMOS	Punkt-zu Punkt Verbindungen
HMINET2	lauter Punkt-zu-Punkt Verbindungen
LOCHNES	CSMA/CD, mit Message- und Stationsprioritäten

Netz	Zugangsmethode zur Übertragungsmedium
CAMBRIDGE R.	empty slot
POLYNET	empty slot
PLANET	empty slot
XIBUS/XINET	empty slot
PRIMENET	token access
ZURICH RING	token access
SERIES/1	register insertion
SILK	buffer insertion
WANGnet	CSMA/CD + FDM ("frequency division multiplexing")
LOCALNET	CSMA/CD + FDM
VIDEODATA	TDMA + FDM
CABLENET	TDMA + FDM
MITREnet	CSMA/CD
DIKOS	TDMA
SIELOCnet	CSMA-, Token- und andere Zugriffsverfahren ebenfalls realisiert

Proto- kolle	Schnitt- stelle	Data Link 2	Network 3	Transport 4	Session 5	Presentation 6	Application 7
LCN		Network Acces Device (NAD)			Cyber/ NAD Prot.	Netw.Block Prot.	Remote Host Facility Access Meth. PTF, QTF
HYPERch	A D A P T E R		N E T E X Driver	Transport Prot.	Session Prot.	Bulk file Transfer, NJE Interact.File Acc., Terminal Pass Thru	
ETHERnet	DIX Ethernet Trans- ceiver	DIX Ethernet Control- ler	XEROX Internet Datagr. Prot. (PUP)	Sequenced Packet Pr Packet Exchange Pr Routing Info Prot. Echo Prot. Error Prot.		XEROX Courier Standard	Printing Filing Clearing- house Workstat.Sw
NET/ONE	Ether. Transc.	Ether. Contr.		Virtual Circuit Pr Simple Datagr. Pr.		-	-
UNET	Ether. Transc.	Ether. Contr.	Internet Prot.	Transm. Contr. Pr		File & Term. Prot.	Mail Prot.
HYPERbus	Bus Interface Unit		Virtual Serv.Pr	-	-	-	-
ZNET	Interface Board		Packet Delivery Service	Data Transfer Prot.			
CLUSTER/ONE							
OMNINET	Interf. Board	ADLC	Micro Virtual Circuit				
SHINPADS							
INFINET	Communic. Board	spez. CP/M		-	-	-	
AMOS	X21.bis	HDLC LAP B	X.25: Mess. Tr. Pr.	Message Link Protokoll (MLP)		Virt.Term. Pr. (VTP) File Tr.Pr.(FTP)	
HMINET2	X.21(bis) V.35(36)	HDLC LAP B	X.25 level 3	Message Link Pr. (MLP)		Virt.Term. Virt.File	MAD, RDA RJE, DIALOG
LOCHNES	1140: LNCI CAMAC: MPCC	RSX Driver +ACP MFT80 Handler	-	-	-	-	-

Legende: PTF-Permanent File Transfer Fac. QTF-Queue File Transf. Fac.

Proto- kolle	Schnitt- stelle	Data Link 2	Network 3	Transport 4	Session 5	Presentation 6	Application 7
CAMBRIDGE RING	Acces Box	Basic Block Pr.	Byte Stream Pr.	Name Server, File Server, Printing Server, Time Server, Boot Server, Editing Server			
POLYNET	Acces Box	Basic Block Pr.	Byte Stream Pr.	Name Server, File Server, Spool Server, Docu. Server, Login Server, Resource Man.			
PLANET		mehrere DataLinkP	Virtual Circuit				
XIBUS/ XINET							
PRIMENET	Node Controller	HDLCL	X.25	Netlink		Interactive TerminalSupp File Access Manager	
ZURICH RING							
SERIES/1	SODS/Op. Sys.					SODS/File Ss.	
SILK	LBL, X.21	-	-	-	-	-	-
IDA	Lokalblock (LBL)	HDLCL	Distr. Comm.Sys.	(Pilotprojekt: SILK Anwendung)			
WANGnet	I:FFM,FAM	-	-	-	-	-	-
	W: Cable Int.Unit	HDLCL				Wang Systeme OIS, VS, 2200	
	<----- C I U ----->						
LOCALNET		HDLCL	Packet Transport Prot.	Reliable Stream Prot.	Session Managem. Prot.	VTP,FormatTrans- lation, Data Encryption	
VIDEODATA							
CABLENET	spez. Modems	HDLCL,BSC SDLC					
MITREnet		special		Transm. Contr. Pr Datastream		Name Service Broadcast File Acces	Conference
DIKOS	Dezentr. Bus St. (DBS)	spezielle funktionale Aufteilung von Slots	-	-	-	-	-
SIELOC net	Node Contr.	Link Level Node Contr	X.25	Konfig. Verw.	Interpr. Komm.	Auftrags- Verw.	Anwender Funktionen
	<---Kommunikationsteil---			<-----Verarbeitungsteil----->			
Legende: I: Interconnect Band W: Wang Band							

4.0 NÄHERE BESCHREIBUNG EINIGER NETZE

Das folgende Kapitel ist eine Momentaufnahme der im Jahre 1982 relevanten Marktprodukte und Einzelentwicklungen im Bereich lokale Rechnernetze. Die Klassifikation im vorigen Kapitel gibt einen Überblick, die folgende nähere Beschreibung einiger, vom Verfasser hervorgehobenen Netze gibt eine Orientierungshilfe in Bewertung der Vielzahl in diesem Bereich tätigen Firmen und ihrer Produkte. Das Kapitel ist eher als ein "Handbuch" zu benutzen, es ist nicht für zügiges Durchlesen gedacht. Die Art der Behandlung einzelner Netze ist nicht homogen, weil die zugängliche Information heterogen ist. Aufgrund der reichlichen Hinweise findet der interessierte Leser weitere Beiträge in der allgemein zugänglichen Literatursammlung der ZAM-Hausbibliothek.

Im Bereich der lokalen Rechnernetze ist noch alles im Fluß, ein Ende dieser Phase der heftigen Entwicklung ist nicht vor 1985 zu erwarten. So steht auch nicht zu erwarten, daß die Gewichtung in der Beschreibung, sowie manche Angaben ihre Gültigkeit länger als ein Jahr behalten.

4.1 DER SYSTEMNAHE BEREICH (BACKEND NETWORKS)

4.1.1 LOOSELY COUPLED NETWORK, LCN VON CONTROL DATA

4.1.1.1 Steckbrief LCN

Anwendungsbereich: Rechenzentrum

Anwendungszweck: schnelle Kopplung von Hochleistungsrechnern, Peripheriegeräten und Minirechnern

Kommerzielle Verfügbarkeit: Marktprodukte sind: verschiedene Network Access Devices (NADs) und Software Komponenten , sowie das Netzwerkbetriebssystem NOS, bzw. NOS/BE für Cyber-Rechner.

Referenzanwendungen: --

Topologie: Broadcast Bus ohne Verzweigung

Physikalische Eigenschaften: 1-4 Koaxkabel (Trunks), Basisband-Technik, 50Mbit/s, max. 900m Kabellänge, max. 32 Stationen, Kodierung: Phasen-modulierter 150Mhz Träger, Spezial-Modems mit Differential Coherent Biphas Shift Keyed (DCBPSK) Signal

Vermittlungstechnik: Paketvermittlung

Zugangsmethode: konfliktfreie Prioritätssteuerung, Trunk Reservation and Contention Elimination (TRACE) genannt (ein "rotating priority"-Mechanismus)

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: ist beschränkt möglich. Es sind nicht nur NADs für Cyber Rechner vorgesehen, sondern auch für IBM/360, /370, /303X Prozessoren (Selector oder Block Multiplexer Channel), bzw. für PDP-11 Rechner.

Gateway-Funktionen: --

Protokolle:

Ebenen 1,2,3,4 sind im NAD durch die sog. Controlware realisiert.

Session-Ebene: Cyber/NAD Protokoll

Presentation-Ebene: Network Block Protocol,

Anwendungsebene: Die Software-Schnittstellen zu anderen Betriebssystemen heißen: Remote Host Facility Access Method (RHFAM).

RHFs sind verfügbar für: IBM OS/MVS, JES2, JES3, RSX11M/M+.

Utilities unter CDC NOS, NOS/BE bzw. Cyber 200 Betriebssystemen:

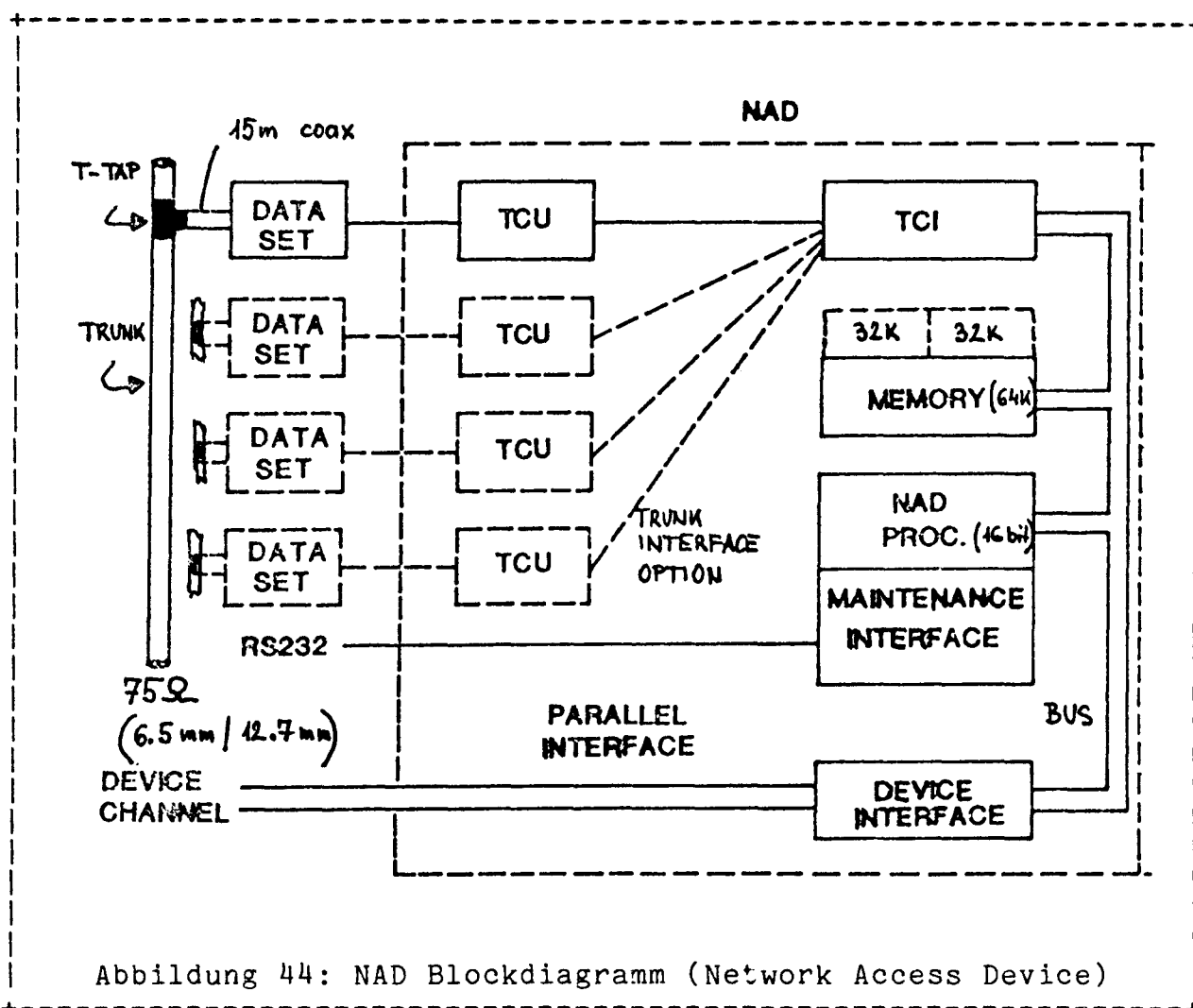
Permanent File Transfer Facility (PTF)

Queue File Transfer Facility (QTF)

Preisangaben: --

4.1.1.2 Systembeschreibung

Das NAD besitzt einen modularen Aufbau <137>, alle Teile bleiben gleich für jedes NAD, nur das Device Interface ist spezifisch für den Rechner oder das angeschlossene Gerät (Abbildung 44). Das gleiche gilt für die Programmodule der Controlware: Trunk Send/Receive Module, Monitor Module, Flow Control Module bzw. Device Interface Module. Ein wesentlicher Unterschied gegenüber Hyperchannel ist, daß nicht alle sich im Netz befindenden Stationen miteinander in Kontakt treten können, nur diejenigen, die am gleichen Trunk angeschlossen sind. Wenn mehrere Trunks vorhanden sind, muß bei Hyperchannel jede Station an jeden Trunk angeschlossen werden. Das Trunk Contention Protocol nutzt diese Redundanz aus, indem es die Trunks konkurrierend einsetzt. Während einer Datenübertragung über einen Trunk werden Bestätigungen und Kontrollnachrichten über einen anderen gesendet.



LCN Site Protocol kontrolliert die Erreichbarkeit von NADs. Sie wird bestimmt von der Verbindungsmöglichkeit am Trunk, von der Adresse und von dem an Schaltern einstellbaren "Access Code".

LCN Link Control Protocol arbeitet mit einem Frame-Format sehr ähnlich wie DDCMP (keine Flags, sondern Preamble; getrennte Header-CRC und Daten-CRC). Die Kommunikation zwischen zwei

Stationen A und B besteht immer aus einem Paar von Übertragungen: ein Command Message Frame wird von A an B gesendet, darauf antwortet B mit einem Response Message Frame.

LCN Network Control Protocol kennt drei Betriebsarten, bei denen Command/Response Paare gewechselt werden: Control Mode, Data Transfer Mode und Streaming Mode.

LCN Transport Protocol realisiert einen echten Virtual Circuit Service. (Virtual Circuit wird bei CDC Data Path genannt.)

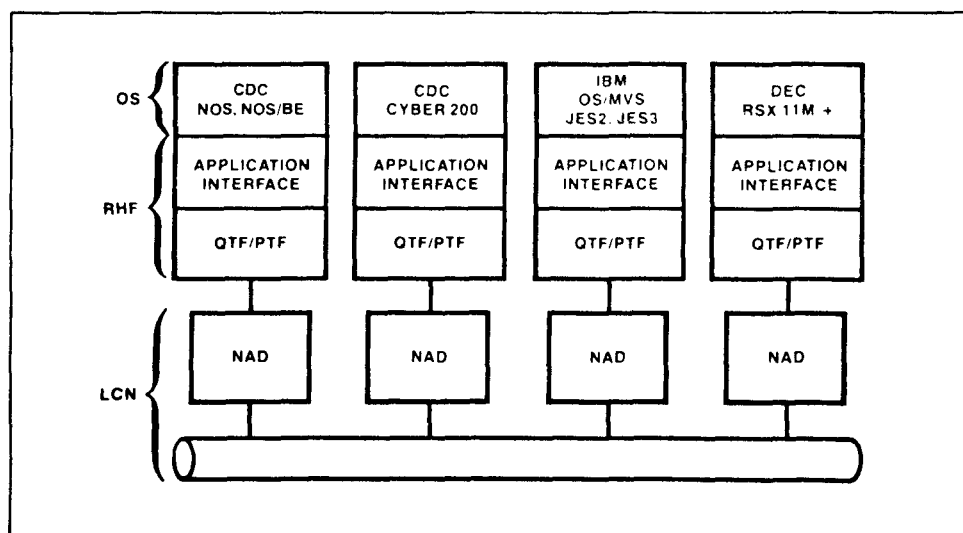


Abbildung 45: LCN-Software

4.1.2 DIE HYPERNET PRODUKTFAMILIE (NETWORK SYSTEMS CORP.)

4.1.2.1 Steckbrief HYPERchannel

Anwendungsbereich: Rechenzentrum

Anwendungszweck: schnelle Kopplung von Hochleistungsrechnern, Peripheriegeräten und Minirechnern

Kommerzielle Verfügbarkeit: Marktprodukte sind: eine Vielzahl von Adaptern und die zu Hyperchannel gehörende NETEX Software.

Referenzanwendungen: bisher mehr als 100, davon mehr als 10 in Europa

Topologie: Broadcast Bus ohne Verzweigung

Physikalische Eigenschaften: 75 Ohm Koaxkabel, 1-4 Trunks, 50 Mbit/s/Trunk, Basisband-Technik, max. 64 Adapter, max. 1.6 km Kabellänge, Manchester-Kodierung.

Vermittlungstechnik: Paketvermittlung

Zugangsmethode: CSMA mit Prioritätssteuerung im Kollisionsfall; Kollisionserkennung durch das Fehlen von ACK.

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: Die verfügbaren Prozessor-Adapter-, Link-Adapter- und Device-Adapter-Typen sind in Abbildung 46 dargestellt.

Gateway-Funktionen: Link-Adapter verbinden entfernte Hyperchannel-Netze über Mikrowellen-, Infrarot-, oder Lichtleiterstrecken mit Raten von 56 kbit/s bis 44.7 Mbit/s, unter Verwendung eines speziellen Data-Link-Protokolls für stark fehlerbehaftete Medien. Das Satellite Link Subsystem (gemeinsame Entwicklung mit Satellite Business Systems, SBS) ermöglicht vollduplex Kommunikation zwischen einem Transmitter/Receiver Adapter-Paar über Satellit. Ein geeignetes Protokoll bietet Virtual Circuit Service oder Datagram Service. Der Hyperbus Gateway schließt das "backbone"-Hyperbus-Segment an Hyperchannel an.

Protokolle:

Ebenen 1,2 sind im Adapter realisiert

Ebenen 3,4,5 sind für mehrere Betriebssysteme implementiert (NETEX)

Ebenen 6,7 sind NETEX Utilities: Bulk File Transfer, Network Job Entry, Interactive File Access und Terminal Pass Thru.

Preisangaben: (Network Systems GmbH, 1982)

Adapter für Großrechner: ca. \$55000

Link Adapter: ca. \$65000

NETEX (MVS): ca. \$25000 (Miete: \$500/Monat)

BFX (MVS): ca. \$10000 (Miete: \$300/Monat)

NETEX+BFX für DEC-Rechner: (Miete: \$440/Monat)

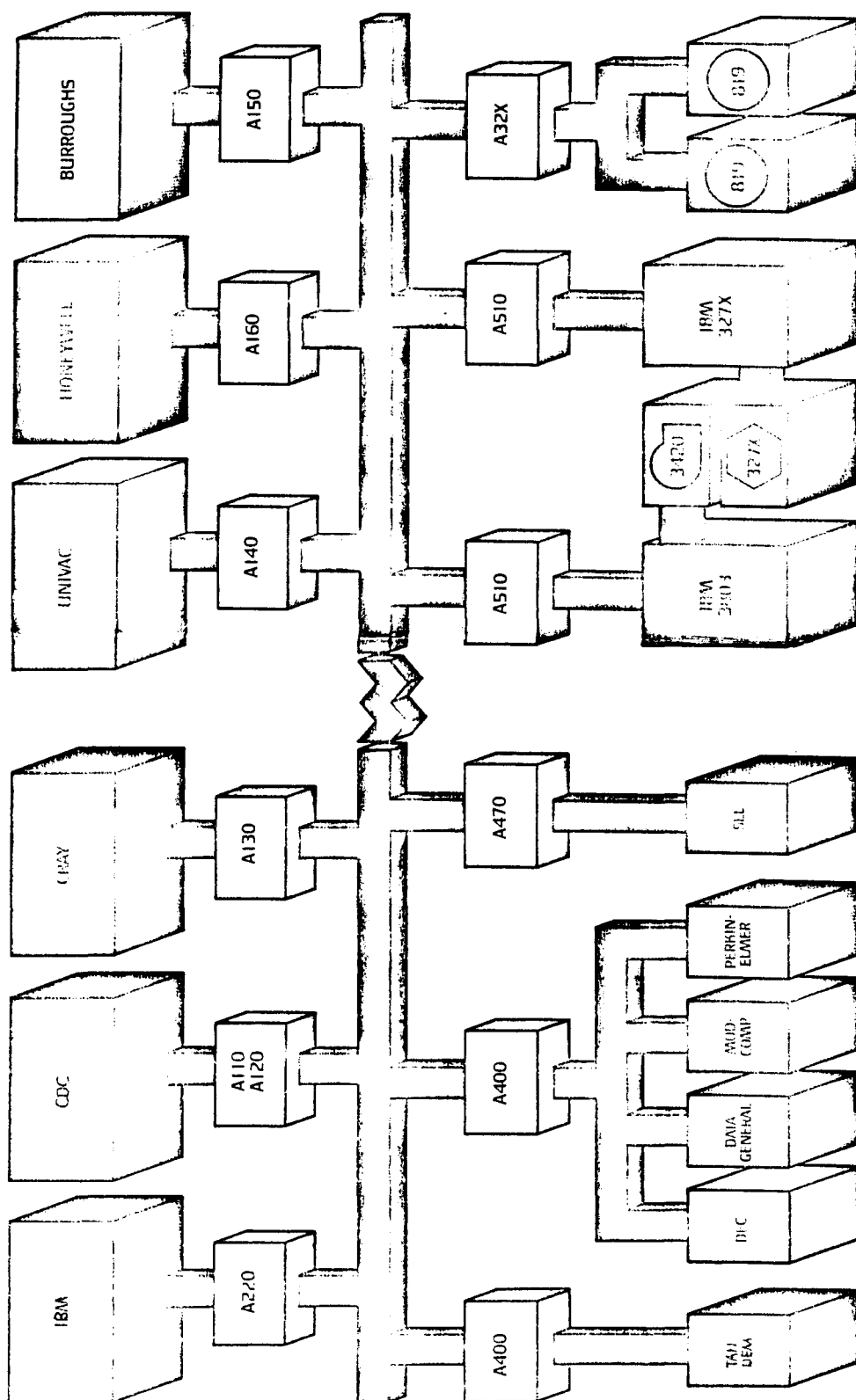


Abbildung 46: Hyperchannel Adaptertypen

4.1.2.2 Das Systemkonzept

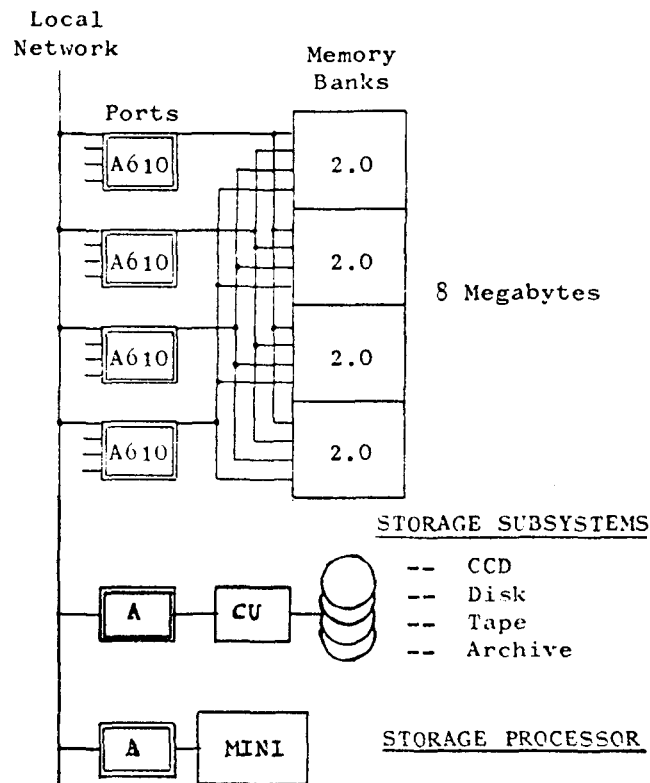
Der Hyperchannel-Adapter nimmt Daten direkt vom Block Multiplexer Kanal des Großrechners an, und speist sie ins Netz ein. Hyperchannel bedeutet für den Großrechner eine logische Erweiterung seines Kanals, die angeschlossenen Geräte werden dadurch "näher gebracht" und erscheinen als "Remote Local Devices". Der Adapter hat einen modularen Aufbau. Er besteht aus einem Trunk Interface, einem schnellen Mikrorechner mit 4K oder 8K ECL RAM Pufferspeicher und aus einem Processor/Device Interface. Durch Austausch des letzteren und der zugehörigen Treiber-Firmware wird die Anpassung an die unterschiedlichen Rechner bzw. Geräte durchgeführt. NSC bietet solche Anpassungen (Adapter) für die am meisten verbreiteten Systeme an. NSC's echte Innovation ist die (im Adapter und im Rechner programmierte) "Bridge-Software", die sehr aufwendig ist und es ermöglicht, daß z.B. ein VAX-Rechner auf Daten zugreifen kann, die auf den Platten eines IBM-Rechners gespeichert sind.

Hyperchannel ist bewußt nicht "fair" gegenüber seinen Stationen. Der Station mit höchster Priorität wird die von ihr benötigte Bandbreite angeboten, die verbleibende Bandbreite wird auf die gleiche Weise unter den nachgeordneten Stationen verteilt. Dieses Systemkonzept stammt aus der datenverarbeitungs-orientierten Einstellung von NSC und steht im Gegensatz zum büroindustrie-orientierten XEROX-Konzept. Die beiden Systeme, Hyperbus und Ethernet, werden nicht konkurrieren, weil sie auf verschiedene Märkte zielen.

4.1.2.3 HYPERcache - die netzweite Speicherkapazität

Hypercache <12> sieht direkt zugreifbare "random access" Speicherkapazität für die Knotenrechner vor, von denen die Daten über symbolische Namen angesprochen werden können (network cache). Der Anwendungszweck von Hypercache ist die Entkopplung der Datenflüsse zwischen Prozessoren, zwischen Prozessor und seine "remote local" Peripherien, zwischen Prozessor und Kommunikations-Link, sowie das Spooling für die Peripherien. Komponenten des Speicher-Subsystems sind: die Speichermoduln mit je 2 Mbyte Kapazität, vier Access Ports und 200Mbit/s Geschwindigkeit, der Cache-Adapter mit vier Memory-Ports (voller Ausbau: 8 Mbyte/Adapter) und ein spezieller Storage Processor, der als Name Server dient und dem "Network Cache" mit seinen weiteren Funktionen Intelligenz gibt (Abbildung 47).

In Zusammenarbeit mit Masstor Systems Corp. wurde auf Hypercache-Basis ein Backend Massenspeicher-Subsystem entwickelt. Die Software von Shared VSS (Virtual Storage System) heißt Massnet und läuft unter dem IBM MVS Betriebssystem.



STORAGE COMMANDS

COMMAND	PARAMETERS
ASSIGN	V, N, D
RELEASE	V, N
RENAME	V ₁ , V ₂ , N
WRITE	V, L
READ	V, L
COPY	V ₁ , V ₂ , L
TEST	V ₁ , V ₂ , B
FUNCTION	X, X, --

V = 64-bit data name, which includes class and address parameters

N = number of allocation units of physical storage

D = a specific physical location within a class

L = number of bits or bytes

B = command branch parameter

Abbildung 47: Hypercache Konfiguration / Funktionen

4.1.2.4 Steckbrief HYPERbus

Anwendungsbereich: Umgebung des Rechenzentrums

Anwendungszweck: Vernetzung von Terminals und Minirechnern (Frontend Network). Hyperbus bildet die Infrastruktur für eine zentrale Rechenkapazität.

Kommerzielle Verfügbarkeit: Die Bus Interface Units (BIU) und der Bus Service Center sind Marktprodukte.

Referenzanwendungen: --

Topologie: aus Bus-Segmenten aufgebauter wurzelloser Baum; der Anschluß zweier Hyperbus-Segmente erfolgt über die Direct Link BIU (typischerweise wird je Etage oder Flur ein Bus-Segment verlegt). Die Verbindung der einzelnen Bus-Segmente erfolgt durch ein "Backbone-Segment".

Physikalische Eigenschaften: 75 Ohm Koaxkabel, 6.3 Mbit/s, Basisband-Technik, Manchester-Kodierung, max. 128 BIUs pro Segment, max. Kabellänge: 1km

Vermittlungstechnik: Paketvermittlung

Zugangsmethode: konfliktfreie Methode: CSMA mit Collision Avoidance (CSMA/CA)

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: Es gibt BIUs für den Anschluß aller Terminals mit V.24 Schnittstelle (mit und ohne Modem). Es gibt BIUs für IBM 3277/8/9 Bildschirme, 3274/76 Controller, sowie für DMA-Anschluß von vielen 16 Bit Minirechnern.

Gateway-Funktionen: Ein Bus-Link-Adapter verbindet entfernte Hyperbus-Systeme; den Hyperchannel Zugang ermöglicht die Hyperchannel Access BIU.

Protokolle: Die BIU realisiert die unteren drei Ebenen der Protokoll-Hierarchie. Es wird ausschließlich ein transparenter Virtual Circuit Service angeboten.

Preisangaben: (Network Systems GmbH, 1982)

BIU: \$2500 - \$6000 (vom Port abhängig)

Hyperbus Link Adapter: \$5000

4.1.2.5 Das Systemkonzept

Im Gegensatz zu den vollständigen Netzwerkfunktionen, die von einem Ausbau mit Hyperchannel/NETEX/NETEX-Utilities realisiert werden, bildet ein Hyperbus-System lediglich ein Subnetz (Ebenen 1-3), das eine Zubringerfunktion vorsieht für potentielle Benutzer eines zentralen Netzes (für die - nicht notwendigerweise intelligenten - Terminals und für Minis). Dieser Zubringerdienst soll preisgünstig (dem Preis der angeschlossenen Terminals entsprechend) und völlig transparent entstehen. Transparenz wird in diesem Falle sehr ernst genommen, so daß die übertragenen Daten von den Hyperbus-Geräten inhaltlich garnicht behandelt werden. Es wird die Protocol Encapsulation Technique verwendet und ein Virtual Circuit Service auf Port zu Port Basis gewährleistet (jede BIU hat vier konkurrierende Ports). Virtual Circuits zwischen Ports werden dynamisch auf- und abgebaut, über sie können völlig unterschiedliche Protokolle gefahren werden. Port zu Port Flußkontrolle wird vorgenommen. Um Daten senden und empfangen zu können, wird vom Endgerät keine Intelligenz benötigt. Aus den oben genannten Gründen (Transparenz, evtl. fehlende Intelligenz, Datensicherheit) werden die Virtual-Circuit-Verwaltungsaufgaben vom Endgerät entkoppelt und entweder von je einer Dial Pad Unit oder von einem Bus Service Center (BSC) übernommen. Dial Pad Unit ist ein billiges, kalkulatorgroßes Zusatzgerät (mit alphanumerischer Tastatur) an jedem Terminal. Bus Service Center ist eine optionelle PDP-11 Monitor-Station am Hyperbus. Die Verbindungswahlmöglichkeiten am Hyperbus sind:

- * Wählen eines Ports am selben oder an einem anderen Bussegment
- * Direktwahl oder logische Wahl über Namen mit Hilfe des Namenszuordnungsdienstes des Bus Service Center.
- * Rotary Dialing: Suchlauf nach freien Ports von gleichdeklarierten BIUs und Virtual-Circuit-Aufbau zu dem ersten freien Port an irgendeiner BIU.

Das Verwenden einer Dial Pad Unit kann vermieden werden. Bei entsprechend (vom Benutzer) programmiertem Bus Service Center kann jedes Terminal sofort beim Einschalten einen Virtual Circuit zum BSC aufgebaut bekommen; die Verbindungswahl kann direkt vom Terminal eingegeben werden, worauf das BSC einen Virtual Circuit vermitteln wird <310>.

4.1.2.6 Anwendungsbeispiele

Die französische Atombehörde CISI koppelt zunächst einen IBM-kompatiblen Rechner als Front-End für RJE-Eingabe an eine CDC Cyber 172 (Abbildung 48/a). Jobs und Files werden über Hyperchannel zu den verarbeitenden Großrechnern übertragen. Als zweiter Schritt wurde die Einbeziehung einer CRAY1 an das Hyperchannel-Netz mit Zugriffsmöglichkeiten anderer Rechenzentren über Link-Adapter realisiert (Abbildung 48/b).

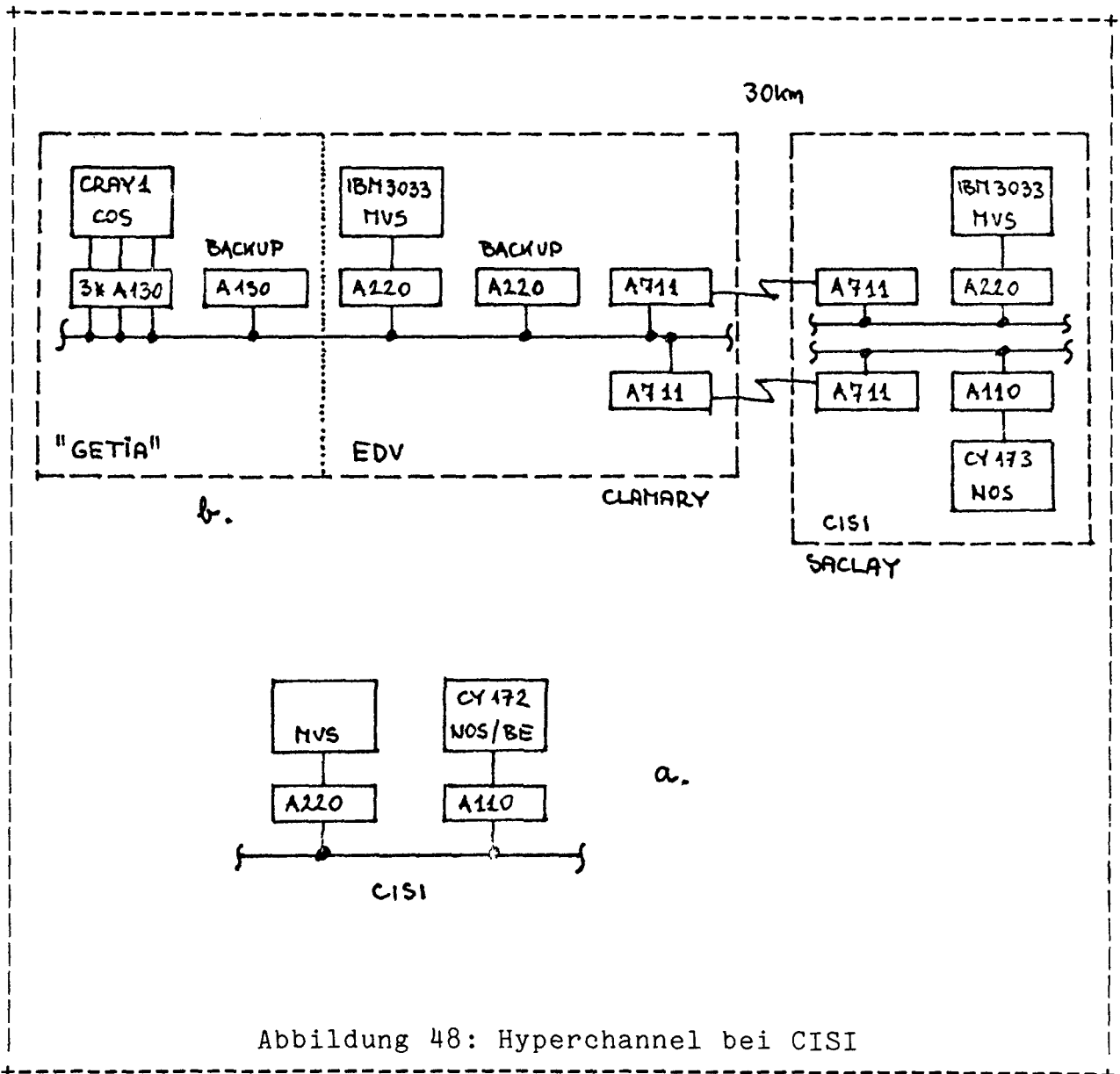


Abbildung 48: Hyperchannel bei CISI

Die Universität London (ULCC) führt Filetransfer zwischen ihren verschiedenen Rechnern durch und will dabei Hyperchannel anstelle vieler direkter Channel-to-Channel-Verbindungen, die augenblicklich noch benutzt werden, einsetzen. Das Pilotsystem beinhaltet eine Kopplung von CDC 6400, CDC 7600, PDP-11 und Modcomp und soll als lokales Netz betrieben werden. Nach der erfolgreichen Fertigstellung dieses Pilotsystems soll der Hyperchannel ein allgemeiner Teil zwischen den Kommunikationsrechnern des ULCC werden und alle Zentraleinheiten mit speziellen Minirechnern verbinden.

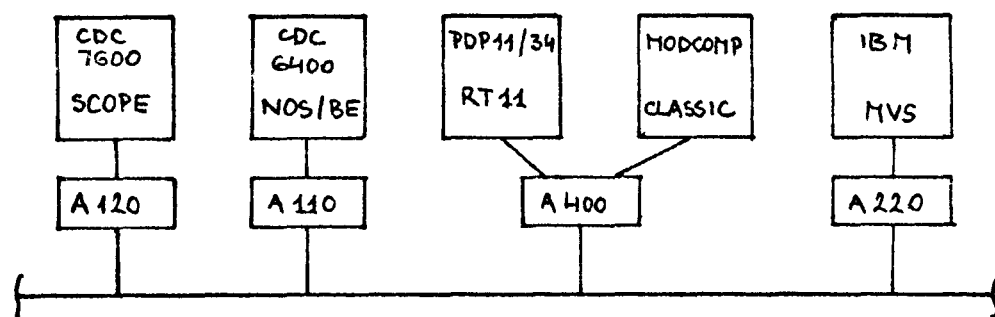


Abbildung 49: Hyperchannel im RZ der Uni London

In <174> findet man weitere deutsche und europäische Referenzinstallationen wie z.B. das RRZN an der Uni Hannover (zwei Cyber am Backend-Storage), die Uni Stuttgart (CDC 174 - PDP), die Bankgesellschaft Credit Lyonnais (IBM Rechner über Mikrowellen Link), die norwegische "Sparkasse" Fellesdata (zwei IBM, eine VAX als Terminalkonzentrator) usw.

Die Großforschungseinrichtung Lawrence Livermore Laboratory (LLL) in den Vereinigten Staaten hatte ursprünglich ihre Rechnerkonfiguration in der Form wie in Abbildung 50/a dargestellt. Dabei fehlte die Hardware-Modularität, die Modularität der Erweiterung der Kommunikationsmöglichkeiten durch weitere Protokolle, und man hatte Schwierigkeiten mit den vielen Arten der Rechner-Rechner Interkommunikation. Das OCTOPUS-Netz wurde unter Verwendung eines Hyperchannel umgebaut (Abbildung 50/b).

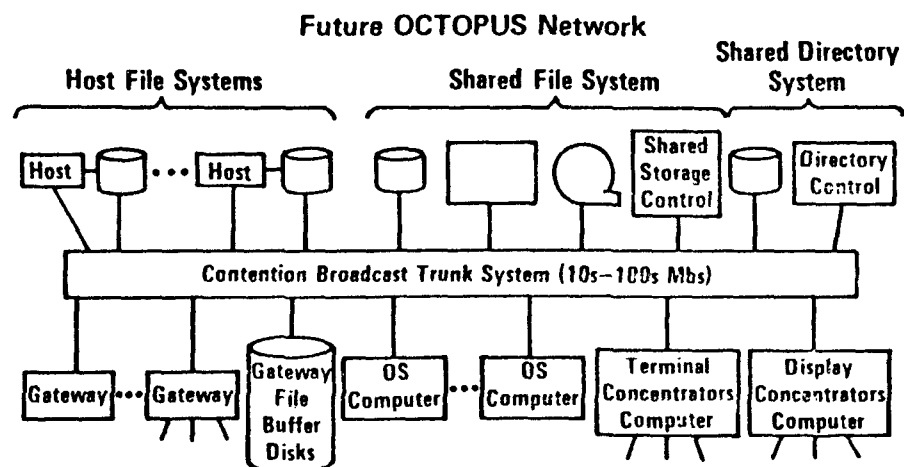
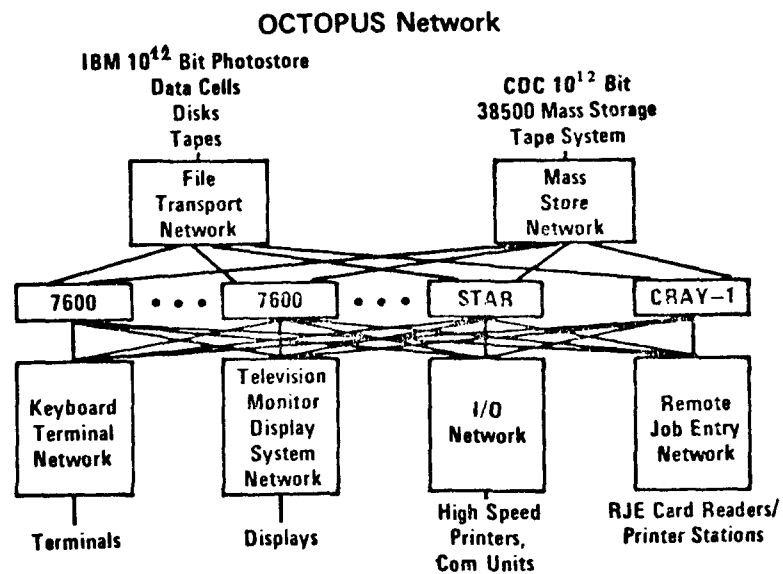


Abbildung 50: Weiterentwicklung des OCTOPUS bei LLL

Benutzer und Betreiber des Rechenzentrums beim National Center for Atmospheric Research (NCAR) fanden das System nicht besonders benutzerfreundlich, eher "nice to numbers". Durch die Installation eines Netzes (Abbildung 51) konnte man die "nice to numbers" und die "nice to people" Elemente des Systems erfolgreich vereinigen. Die Schlußfolgerung der Netzentwickler lautet (Zitat): "Künftig fangen die Überlegungen über das System nicht mehr bei den Zentralprozessoren an. Ab jetzt sind Prozessoren einfach weitere Bestandteile des Netzes! In der Zukunft wird das Netz und nicht der Rechner der Ausgangspunkt der System-Konfiguration sein." <133>

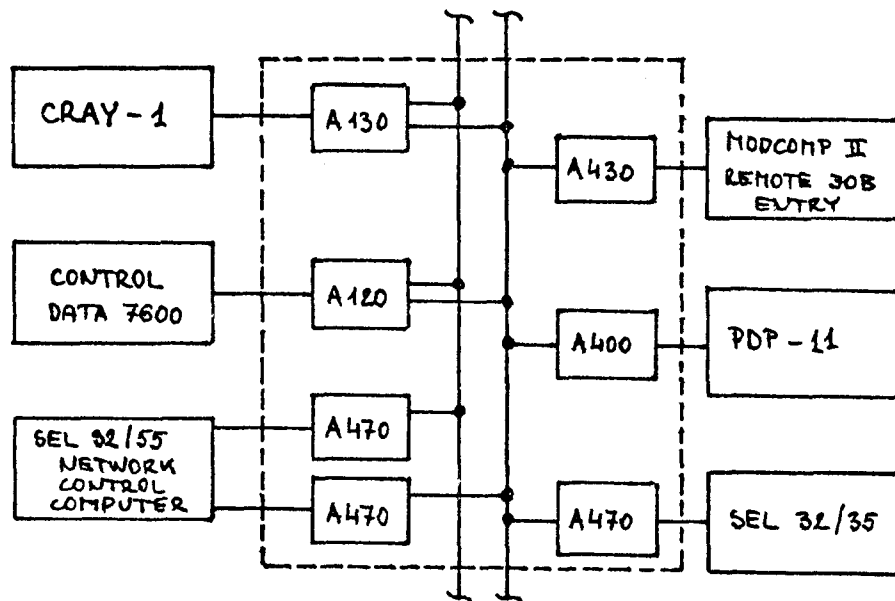
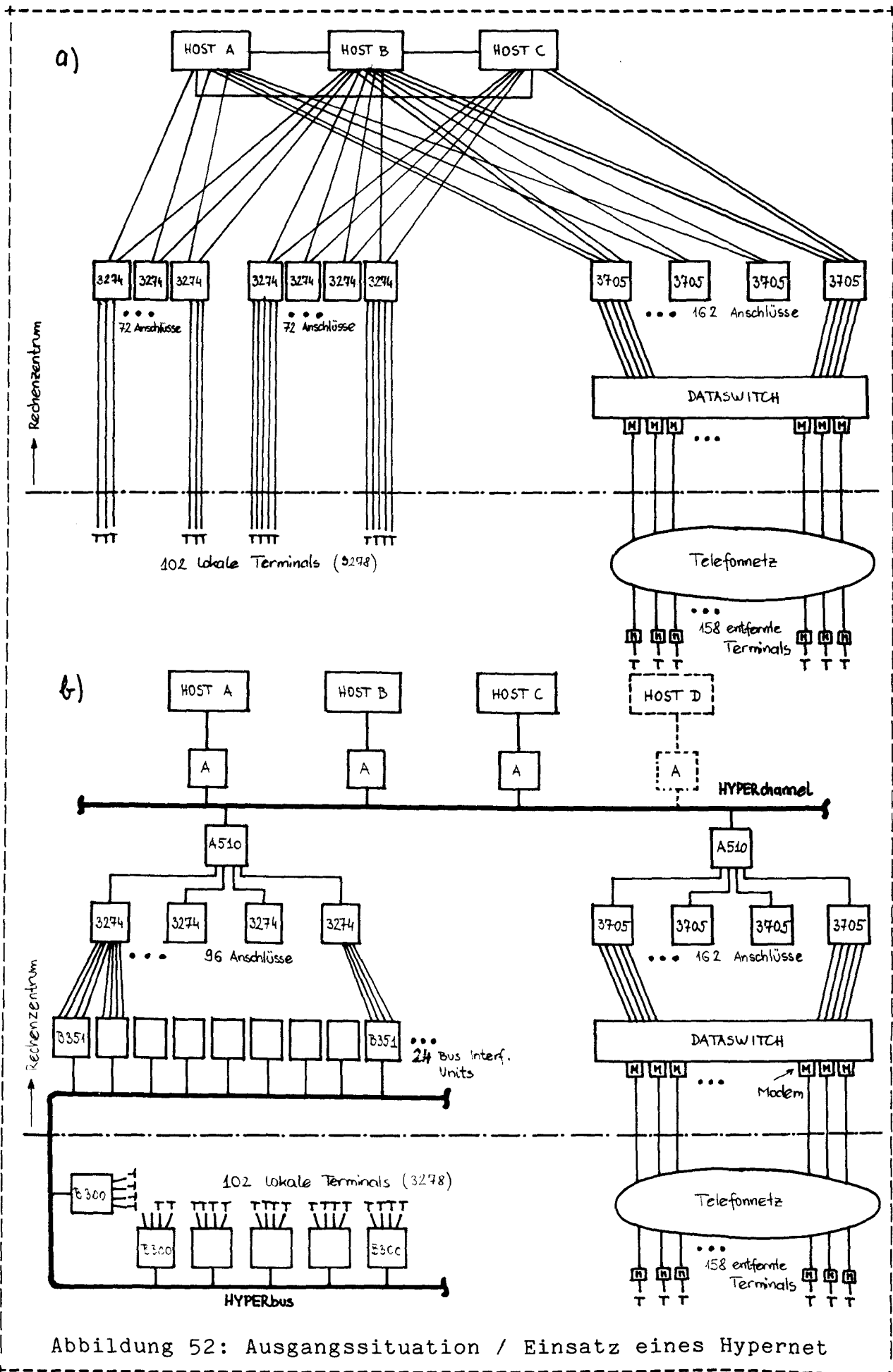


Abbildung 51: Hyperchannel bei NCAR

Für die Demonstration der Anwendungsmöglichkeiten des Hyperbus in einem Gesamt-Hypernet nehmen wir ein Rechenzentrum an mit einer bereits existierenden Konfiguration wie in Abbildung 52/a dargestellt. Probleme treten dann auf, wenn die für Datenverbindungen vorhandene Kapazität des privaten Telefonnetzes nicht ausreicht. Remote Terminals können sich über den intelligenten Multiplexer "Dataswitch" wahlweise an mehrere Rechner anschließen lassen, wozu nur ein Kabel vom Terminal zu einem Port des Dataswitch benötigt wird. Lokale Terminals (327X) müssen dagegen durch separate Koaxkabel mit jedem Rechner verbunden werden. Die Nachteile sind: die jeweils nicht aktiven Leitungen belegen Eingänge der Terminal-Kontrolleinheit, das Fassungsvermögen der Kabelschächte ist begrenzt, Erweiterungen um weitere Rechner schaffen zusätzliche "Connectivity"-Probleme.

Eine mögliche Lösung für den Anschluß lokaler Terminals durch den Einsatz eines Hypernet ist in Abbildung 52/b gezeigt. Eine enorme Kabelmenge kann eingespart werden. Die Anzahl der Terminal-Controller kann verringert werden, weil nur für die jeweils gleichzeitig aktiven Leitungen Ports zur Verfügung gestellt werden müssen. Eine wirklich vollständige Verbindungsfreiheit kann gewährleistet werden (full connectivity). Terminals und Minis können auch untereinander kommunizieren.



4.1.2.7 Leistungsbewertung

Knight und Itzkowitz <5> entwickelten und implementierten ein äußerst einfaches Netzwerk-Betriebssystem (THC) für das Hyperchannel-Netz im Lawrence Berkeley Laboratory. Ihre Performance-Messungen zeigten die folgenden Prozeß-zu-Prozeß Übertragungsraten (Abbildung 53):

(Spalte "self" stellt den Fall dar, indem sich beide Prozesse - Sender und Empfänger - im selben Knoten befinden. Im Netz gibt es je zwei CDC 6000 bzw. PDP-11/34 und ein PDP-11/70 Rechner.)

SLAVE NODE	MASTER NODE			
	SELF	CDC 6000	PDP 11/34	PDP 11/70
CDC 6000	19 : 530	17 : 410	24 : 512	63 : 580
PDP 11/34	38 : 878	19 : 433	31 : 580	38 : 614
PDP 11/70	143 : 1181	25 : 473	37 : 569	—

MESSAGES / SEC : KILOBITS / SEC

Abbildung 53: End to End Datenrate in einem Hyperchannel

Spaniol <132> empfiehlt eine Modifikation des Level-1 Protokolls ("Fair Hyperchannel"), indem die Anzahl der Übertragungen eines jeden Adapters im selben Systemzustand begrenzt wird. Eine Regel für die Gleichberechtigung wird präsentiert mit der Voraussetzung, daß die höchstmögliche Wartezeit vor einer Paketübertragung für jede Station gleich ist.

Yeh <2> beschreibt zwei mathematische Modelle des Hypernet im LLL, die für die Modellierung der Funktion des Netzes (functional model), bzw. für Performance-Messungen verwendet wurden (performance model).

Das Level-1 Protokoll des Hyperchannel-Adapters ist zuständig für die Kollisionsbereinigung. Das Level-2 Protokoll regelt die Adapter-Reservierungen, die Flußkontrolle und die Fehlerbeseitigung. Donnelley und Yeh (LLL) bewiesen <11>, daß eine Wechselwirkung zwischen den beiden Protokollen zu Performance-Verschlechterung führen kann. Die Abschaffung der Reservierungs-Eigenschaft des Level-2 Protokolls wird vorgeschlagen.

Watson <16> untersuchte in LLL mit "Discrete Event Simulation" den Zugangsalgorithmus des Hyperchannel-Adapters daraufhin, in welcher Weise die Performance von der Verkehrscharakteristik abhängig ist. Es bringt keinen Vorteil, wenn die Nachrichten aufgrund ihrer Länge verteilt werden und über einen Trunk nur die kurzen, über einen anderen nur die langen übermittelt werden. Längere und kürzere Nachrichten (am selben Trunk) vermischt scheinen einander nicht wesentlich zu behindern. Viel größeren Einfluß hat es auf die Performance des Busses, wenn die Zielstation eine geringere Rechner-Adapter Übertragungsrate besitzt als die Quellstationen (asymmetrisches Verkehrsmuster vorausgesetzt). Der Ziel-Adapter wird verstopft, steht selten zur Verfügung und verlangsamt damit den gesamten Verkehr am Bus (Capture Effect). Es wird eine Verbesserung des Level-2 Protokolls des Adapters vorgeschlagen. Abbildung 54 zeigt die Performance eines Systems von 5 Stationen an einem Trunk, an dem 4 senden und eine empfängt (z.B. der Fall eines Printer Servers). Kurve I.: alle Stationen haben 50 Mbit/s Übertragungskapazität; Kurve II.: die Sender haben 50 Mbit/s, der Empfänger 5 Mbit/s; Kurve III.: alle haben 5 Mbit/s. Abbildung 54/b zeigt denselben Verkehr mit einem verbesserten "exponential retry" Mechanismus. Bemerkenswert ist, daß der Gesamtdurchlaß des Trunks in keinem der Fälle die 35 Mbit/s Grenze übersteigt.

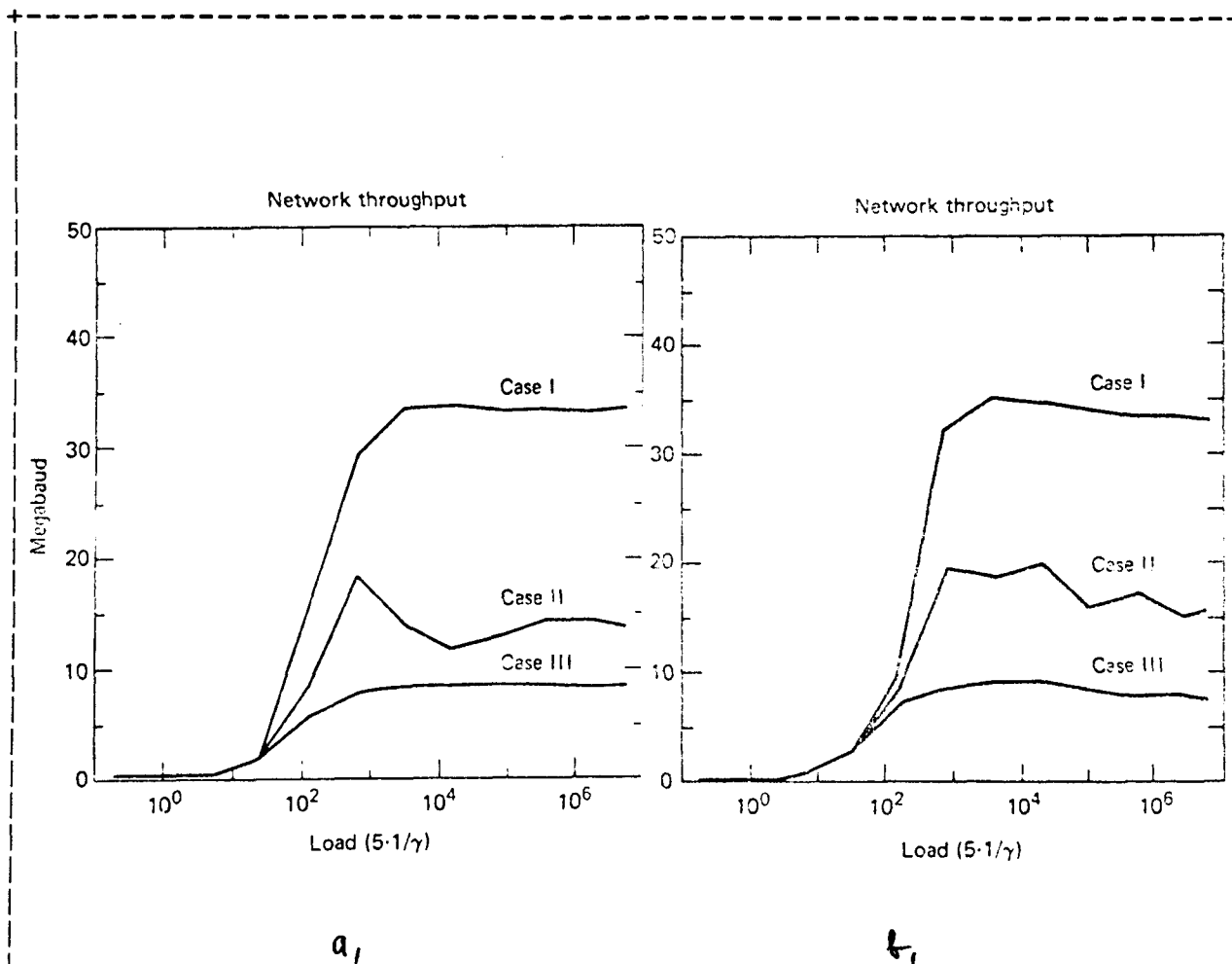
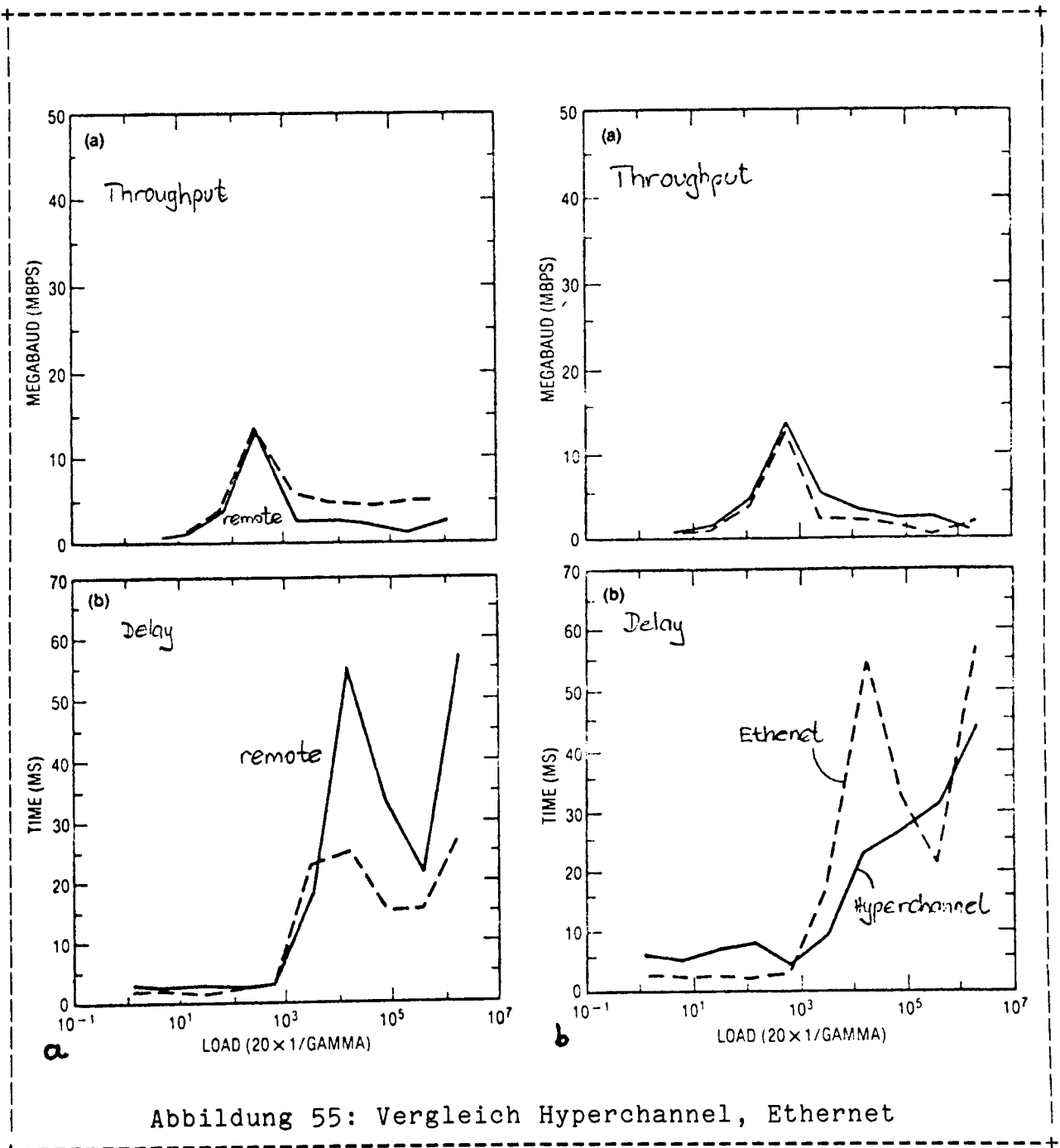


Abbildung 54: Abhängigkeit der Performance vom Verkehrsmuster

Watson (LLL) untersucht in <131>, welchen Einfluß die physikalische Anordnung der Stationen auf die Performance hat. Im Fall 1 liegen alle Stationen knapp nebeneinander in gleichen Abständen. Im Fall 2 liegt eine von ihnen weit entfernt am anderen Ende des Busses. Unter diesem Aspekt werden die Zugangsprotokolle von Hyperchannel ("delayed contention" in dieser Terminologie) und von Ethernet ("nondelayed contention") verglichen. Abbildung 55 zeigt die Verhältnisse unter unendlicher Belastung (/a: Anordnung, /b: Zugangsmethode).

Zitat der Schlußfolgerung: "Bei handhabbarer (verstehe: geringfügiger) Belastung bringen hochkomplizierte Contention-Mechanismen wie bei Hyperchannel und LCN sehr wenig Vorteil gegenüber dem viel einfacheren Ethernet-Schema."



4.2 ETHERNET-KOMPATIBLE PRODUKTE

4.2.1 ETHERNET VON XEROX

4.2.1.1 Steckbrief Ethernet

Anwendungsbereich: Büro

Anwendungszweck: Daten- und Textübermittlung

Kommerzielle Verfügbarkeit: Das pure Netzwerk wird von Xerox nicht angeboten, ist aber in den Bürosystemen implizit enthalten.

Referenzanwendungen: über 100 Bestellungen allein in Frankreich

Topologie: Broadcast-Bus mit Verstärker-Verzweigungen

Physikalische Eigenschaften: 50 Ohm Koaxkabel, Basisband-Technik, 10 Mbit/s, Kabellänge: 0.5km/Segment, insgesamt max. 2.5km und max. 2 Verstärker zwischen zwei Stationen, Manchester Kodierung, 100 Stationen/Segment, insgesamt max. 1024 Stationen

Vermittlungstechnik: Paketvermittlung

Zugangsmethode: CSMA/CD mit "binary exponential backoff", keine Prioritäten, jede Station ist gleichberechtigt ("Fairness")

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: nur über standardmäßige Ethernet-Schnittstellen möglich

Gateway-Funktionen: Die Communications-Server-Serie 870 unterstützt die Kommunikation auf niedriger Ebene über Ethernet zwischen nicht Xerox Geräten, die untereinander kompatibel sind. Erst die nächste Version des 8071 Communications Server wird SNA/SDLC-, X.25- und BSC-Protokollkonversionen vorsehen.

Protokolle:

- Ebenen 1,2,3 - DIX Ethernet Standard (Vom Transceiver und Controller hardwaremäßig realisiert.)
- Ebenen 3,4 - Xerox Internet Transport Protocol Standard (ITP)
- Ebenen 5,7 - Xerox Courier Standard + PUP Utilities
- Ebene 7 - spez. Software für Arbeitsplatzsysteme und Server

Preisangaben: (Xerox, Hannover Messe 1982)

2 Xerox 860 FS/2C Informations-Verarb.-Sys.	IVS 28 500 DM
2 Xerox 8011 Informationssysteme	43 472 DM
1 Xerox 8032 Datei-Server 30MB	60 797 DM
1 Xerox 8044 Druck-Server 10MB	85 630 DM
Summe Netzwerkstationen	290 371 DM
Installationsmaterial	ca.15 000 DM
Installationskosten	nach Aufwand
Standard-Softwarepaket 8000	15 234 DM
Standard-Softwarepaket 8010	9 702 DM
Software Miete insges.	3-4 TDM/Monat

4.2.1.2 Das Konzept von XEROX

Braucht das Subnetz eigene Intelligenz? Muß es absolute Kontrolle über die Kommunikation haben? Die Xerox-Forscher meinen: nein! Das Subnetz soll "lediglich" hohe Durchsatzrate, Störungsunanfälligkeit und Flexibilität bei der Konfiguration aufweisen, es muß Fehler erkennen können, es muß so einfach wie möglich bleiben, um niedrige Anschlußkosten zu ermöglichen, und es muß in ein streng modulares, hierarchisches Gesamtsystemkonzept passen. Nach dieser Auffassung ist es nicht die Aufgabe des Subnetzes, Übertragungsstrecken vollduplex zu betreiben, Prioritätsunterschiede zwischen Stationen oder Nachrichten behandeln zu können, Schutz gegen "böartige" Benutzer oder Hardware-Komponenten zu gewähren und Fehler zu verbessern. Diese Aufgaben sind von den höheren Ebenen zu lösen, und zwar jeweils aufgabengerecht an die Anwendung angepaßt. Das Ethernet-Subnetz will keine allgemeine Endlösung für Geräte-Inkompatibilität anbieten, es ist nur ein vielversprechendes Mittel, um unterschiedlichen Geräten eine gemeinsame Kommunikations-Ressource zu bieten.

Xerox verkauft keine einzelnen Ethernet-Komponenten. Xerox hat den gesamten Bürosektor in Betracht gezogen und will für die hier durchzuführenden Aufgaben eine integrierte Lösung anbieten. Diese Aufgaben sind: Schreiben, Editieren, Speichern, Wiederfinden, Verarbeiten und Ausdrucken. Um das Konzept des integrierten Büros zu verwirklichen, hat Xerox die besten, jungen Experten nach Abschluß des ARPA-Projekts angestellt und jährlich 1.5 Mrd Dollar Forschungs- und Entwicklungskosten investiert. Nach 10 Jahren "avantgarde"-Denkarbeit entstand die wirklich benutzerfreundliche Mensch-Maschine-Schnittstelle "Star" und ein eindruckvolles Bündel von Produkten, die zusammen das derzeit attraktivste, umfassendste integrierte Netz repräsentieren.

4.2.1.3 Netzwerksystem Xerox 8000

Das intelligente Arbeitsplatzsystem Xerox 8010 (der elektronische Schreibtisch) hat einen hochauflösenden Positiv-Bildschirm (Bit-Map) und kann auf zwei DIN A4 Seiten Daten, Texte, Grafiken, Säulendiagramme, mathematische und chemische Formeln gleichzeitig darstellen. Das Revolutionäre an "Star" ist die Benutzerschnittstelle. Der Benutzer muß keinen Bediendialog führen, es gibt graphische Repräsentationen von Objekten, "Icons" genannt, die manipulierbar sind. Solche Objekte sind das Blatt, das Dokument, der Ordner, der Aktenschrank, der Katalog, die Datei, der Drucker, der Rechner, der Eingangs-Postkorb, der Ausgangs-Postkorb, der IBM-3278-Schirm usw. (siehe Abbildung 58). Die "Mouse" ist eine kleine Schachtel, deren Bewegungen auf dem Tisch in Cursorbewegungen umgesetzt werden. Markierung und Befehlseingabe erfolgen mittels zweier Tasten auf der Oberseite der "Mouse". Mit der "Mouse" wird ein Dokument angefahren, sein Inhaltsverzeichnis geöffnet; einzelne Informationen werden am Bildschirm in verschiedenen Fenstern dargestellt, bearbeitet und anschließend das Dokument wieder geschlossen. Soll die Information abgespeichert werden, wird das Dokument wieder angefahren und visuell zum Aktenschrank bewegt. Soll es

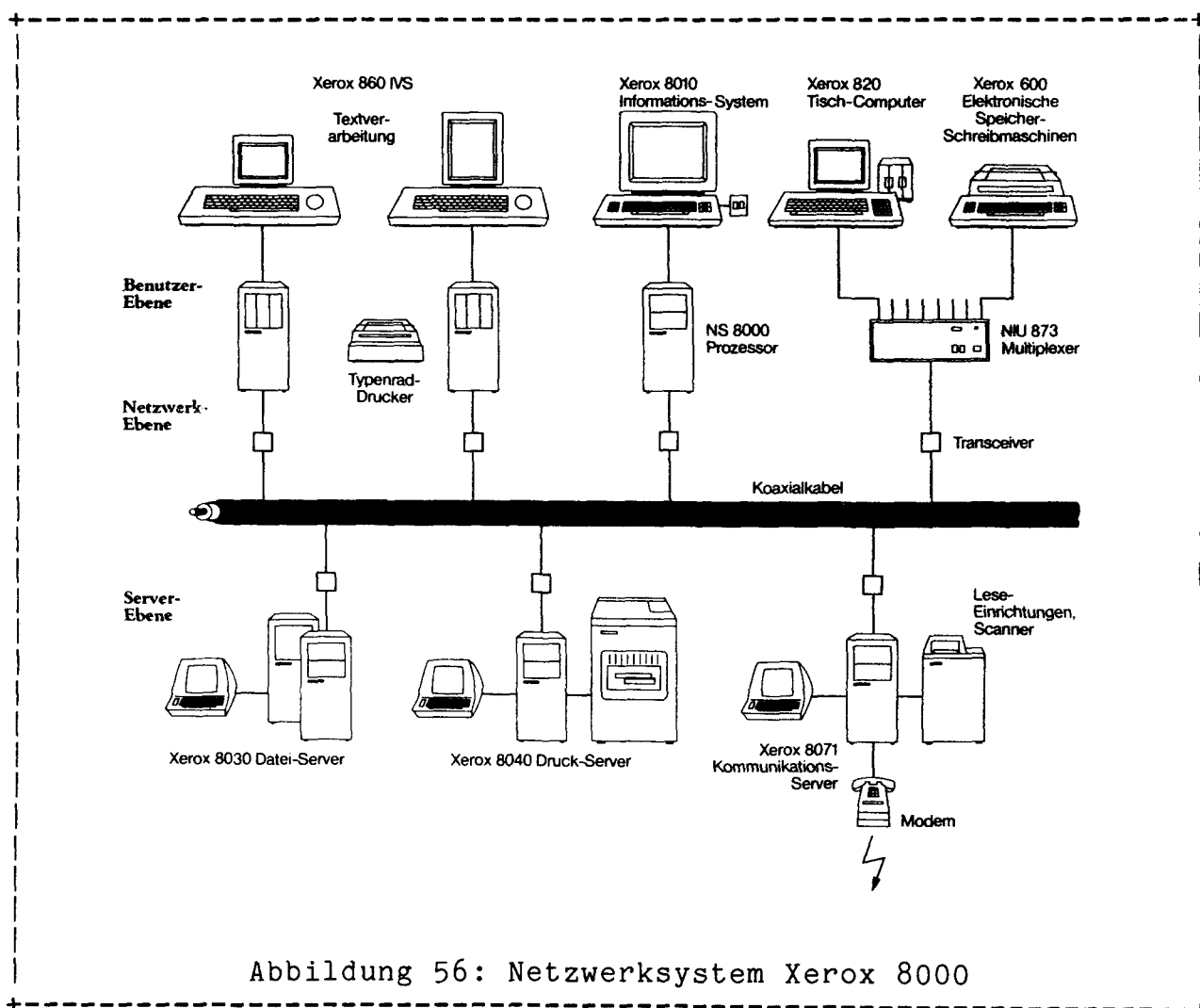
ausgedruckt oder weggeschickt werden, so wird das Dokument zum Drucker-"Icon" oder zum Ausgangspostkorb bewegt. Der umfangreiche Software-Hintergrund des "Star" (30 Mannjahre) bietet Textverarbeitungsprogramme (BRAVO, GIPSY), Graphikpakete (MARKUP, DRAW, SIL), ein Mailing-System namens "LAUREL" sowie Programme zur Gestaltung von elektronischen Schaltkreisen und zur Musikkomposition.

Der 8030 Datei-Server ist der netzweite, gemeinsame Hintergrundspeicher mit 58 MBytes Kapazität, Netz-Zugriffskontrolle und Datenschutzfunktionen.

Der 8040 Druck-Server ist ein xerographischer Laserdrucker mit 15 Seiten/Minute Druckgeschwindigkeit und Offset-Qualität.

Der 873 Multiplexer schließt 1 bis 8 V.24-Geräte an das Netz.

Der 8071 Kommunikations-Server macht Internetwork-Routing-Service (unter Xerox 8000 Systemen), Naming-Service (hier "Clearing House" genannt) und Gateway-Service durch Protokoll Emulation zu fremden Netzen.



4.2.2 NET/ONE VON UNGERMANN-BASS

4.2.2.1 Steckbrief Net/One

Anwendungsbereich: Bürokommunikation, Ausbildung, Forschung, industrielle Produktion

Anwendungszweck: Daten- und Textverarbeitung

Kommerzielle Verfügbarkeit: Network Interface Units (NIU) und zugehörige Software sind Marktprodukte

Referenzanwendungen: seit anderthalb Jahren ca. 100 Systeme z.B. COMSAT/USA, Kontron/München, TU Lausanne, Military Academy/USA

Topologie: Ethernet kompatibel

Physikalische Eigenschaften: Ethernet kompatibel

Vermittlungstechnik: Ethernet kompatibel

Zugangsmethode: Ethernet kompatibel

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: Ist der eigentliche Zweck des Systems.

Schnittstellen: V.24, 32 Bit Parallel DMA, IEEE-488, 8 Bit parallel

Anschlußmöglichkeiten für Minis, Terminals, Peripherien

Gateway-Funktionen: Die Xerox 872 und 873 Communications Server sind Net/One NIU-s. Ab Juli 82 sind Breitband NIUs verfügbar. Entsprechend konfigurierte NIUs können als Basisband-Breitband-Gateway funktionieren.

Protokolle:

Ebenen 1,2,3 Ethernet Transceiver+Controller

Ebenen 3,4 Simple Datagram Protocol, Virtual Circuit Protocol

Preisangaben

(Kontron Elektronik, 1982)

Netzausbau für 100/40 Schnittstellen: 1900/3500 DM/Schnittstelle
darin enthalten NCF: 40 000 DM

(Data Communication, 1982)

Breitband-NIU:

\$5000 - \$10000

RF-Modem:

\$ 900 - \$ 1000

4.2.2.2 Systembeschreibung

Ungermann-Bass (wie auch 3COM) lebt in "Symbiose" mit Xerox: schreibt für den großen Partner Gateway-Software, füllt die Marktlücken, die dieser läßt: Ethernet-Komponenten, intelligente Netzwerk-Schnittstellen, Netz-Software für Nicht-Xerox-Geräte und ist Unterlieferant für die Xerox Produktfamilie. Ungermann-Bass deklariert sich als ein Kommunikations-Softwarehaus.

Net/One ist ein Ethernet-kompatibles Netz mit intelligenten Kommunikationseinheiten, Network Interface Unit (NIU) genannt. NIU Modell-1 ist eine nicht-programmierbare Übertragungs-Kontrolleinheit. NIU Modell-2 ist ein Benutzer-programmierbarer Multiprozessor-Knoten mit dem Zweck, für ganz unterschiedliche, sonst nicht Ethernet-fähige Geräte die Kommunikation untereinander durch Geschwindigkeits- und Protokoll-Konversion zu ermöglichen (Abbildung 57). NIU Modell-2 hat eine modular ausbaubare Struktur, 2K/4K Transmitter/Receiver FIFO-Puffer, eine Netzwerk-Prozessor-Platine (Z-80), bis zu 3 Applikations-Prozessor-Platinen mit je 64KB Speicher und insgesamt 24 Anschlußmöglichkeiten.

Network Configuration Facility (NCF) ist für Netzwerk-Monitor-Funktionen gedacht. Sie hat eine doppelte Floppy-Einheit oder Winchester Hard Disc. Die Aufgaben der NCF sind: Initialisierung und Down-Line-Loading der übrigen Netzknoten und das Erstellen von Statistiken am Logger Terminal. Mit Hilfe eines Dialogprogrammes kann der Status aller aktiven Komponenten (Knoten/Applikations-Prozessoren/Schnittstellen) abgefragt und modifiziert werden. NCF dient auch als Programmentwicklungs-Station mit CP/M Betriebssystem (Editor, Compiler, Linker, höhere-Ebene-Sprachen).

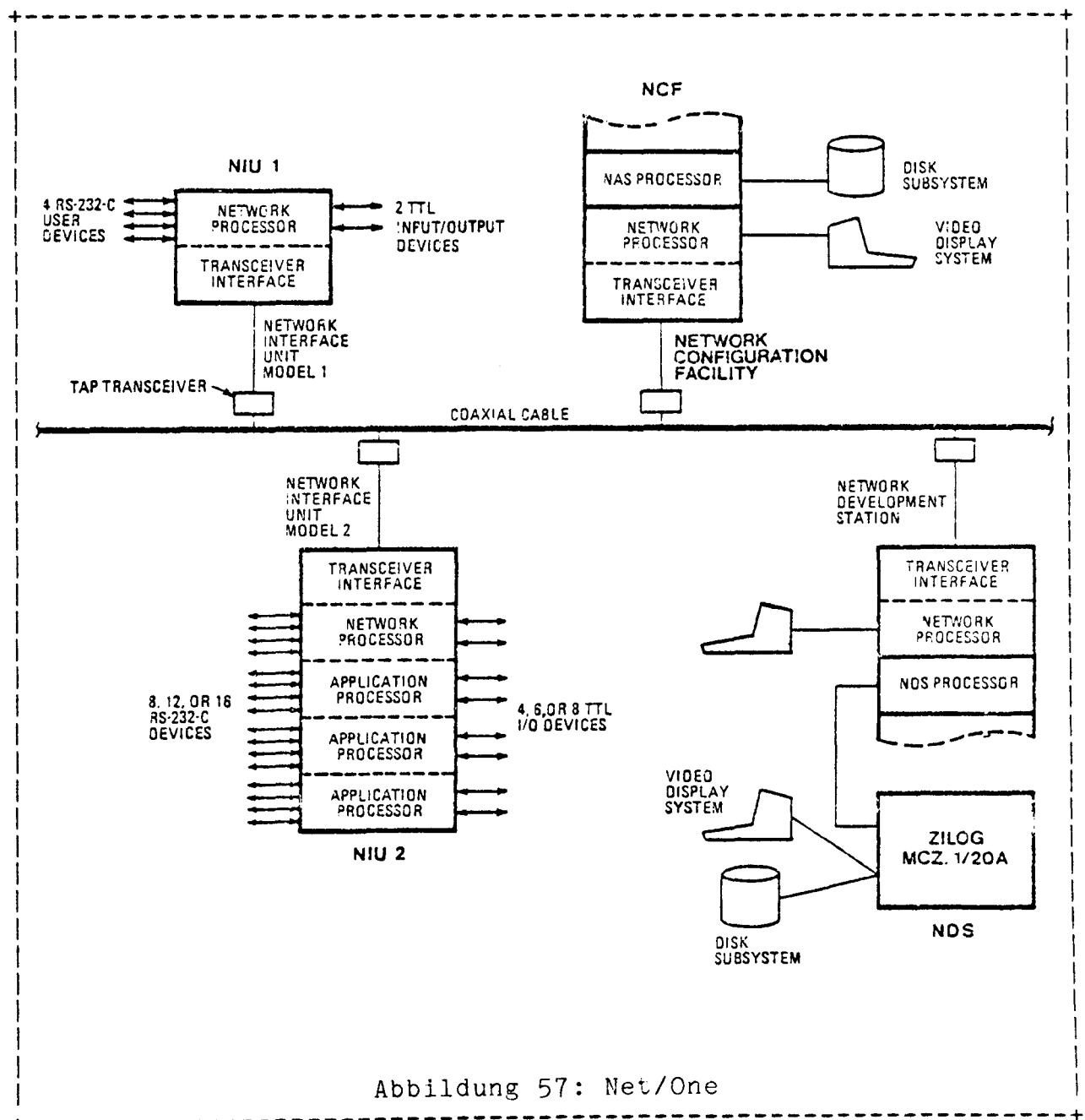
Network Development Station (NDS) ist mit einem Zilog MCZ 1/20 Mikroprozessor ausgestaltet, arbeitet unter dem Betriebssystem Zilog RIO und erfüllt ansonsten dieselbe Funktionen wie NCF. Beide Monitorstationen sind nur zur Inbetriebnahme des Netzes nötig, bei laufendem Betrieb können sie abgeschaltet werden. Eine NCF ist jedoch für jedes Net/One Netz erforderlich.

Die Stärke von Net/One ist seine universelle Software. Net/One's Virtual Circuit Service ist ein vielseitiges Protokoll, das sowohl für den Anschluß intelligenter Hosts, wie auch nicht intelligenter Endgeräte (Terminal, Drucker, Plotter) geeignet ist. Es garantiert sichere, vollständige, fehlerfreie Übertragung und sorgt für Protokoll-Konversion, Anpassung der unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Flußkontrolle. Das Eröffnen eines Virtual Circuit erfolgt per Software-Kommando von der NCF, per Software-Kommando durch Programm-Aufruf von Applikations-Prozessoren oder bei einer "virtuellen Standleitung" in der Initialisierungs-Prozedur. Die Verbindungs-orientierten Protokolle der Transportebene <232> basieren auf Interprocess Communication Primitives. Das Name-Inquiry Protocol bildet die Knoten-lokalen ASCII-Name-Strings auf die Netzadressen ab. Das Rendezvous Protocol etabliert und schließt virtuelle Verbindungen zwischen Network-Sockets. Das Connection-Inquiry Protocol gibt auf Anfrage Status-Informationen über aktive Virtual Circuits.

Das Net/One Datagram Protocol ist ausschließlich für den Anschluß

intelligenter Endgeräte gedacht, die die Aufgaben der Paket-Zusammenstellung, Adressierung, Fehlerverbesserung, Flußkontrolle usw. selbst übernehmen können. Vom Benutzer wird erwartet, daß er ein sog. Simple Datagram Protocol einhält, d.h. einen Internet Header hinzufügt. Mit diesem Protokoll und unter Verwendung der 32-Bit Parallel-Schnittstelle können End-to-End Übertragungsraten im Mbit-Bereich erreicht werden.

Im Juli 1982 hat Ungermann-Bass ihre Produktpalette mit Breitband-NIUs ergänzt. Sie arbeiten mit VSB AM Modulation, haben 5Mhz Kanäle, auf denen der Zugang mit einer CSMA Methode geregelt wird. Das Net/One Breitband Interface Board besitzt nur die Modem-Schnittstellen, die RF-Modems selbst sind vom Benutzer zu besorgen. Breitband-NIUs können als Gateway zwischen Ethernet-kompatiblen- und Breitbandnetzen verwendet werden. Die Software ist identisch mit der in normalen NIUs.



4.2.3 WEITERE ETHERNET-KOMPATIBLE PRODUKTE

4.2.3.1 Siemens Kommunikationssystem EMS 5800

Siemens übernahm die Produktfamilie Xerox 8000, und fabriziert bzw. verkauft sie als Lizenznehmer (Abbildung 58). Bestandteile des unter dem Markenzeichen Siemens vermarktet 1 Systems sind: Arbeitsplatzsystem 5815 (siehe Abbildung 58), Drucksystem 5835, Ablageeinheit 5845, Kommunikationseinheit 5875.

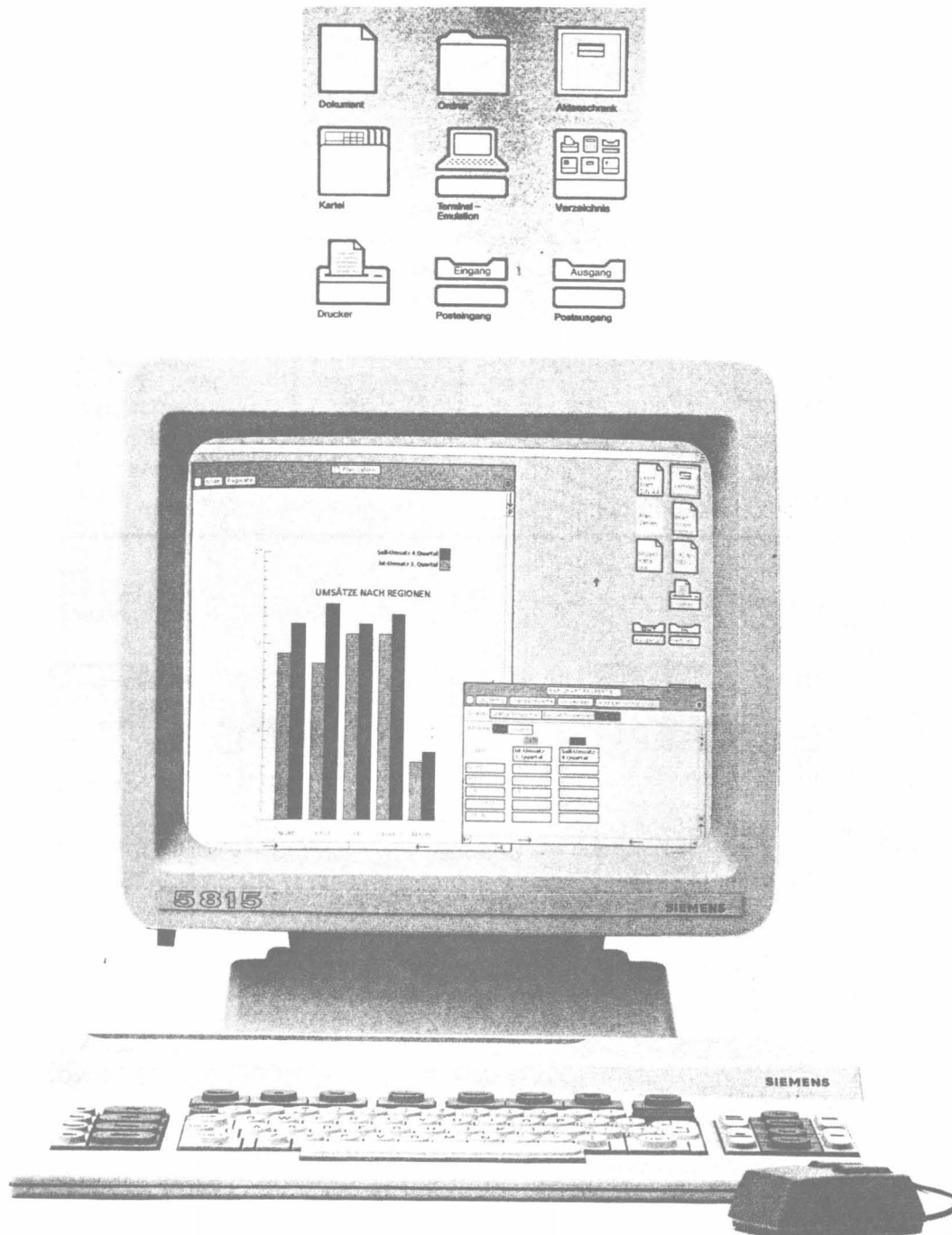


Abbildung 58: Arbeitsplatzsystem 5815 ("Star") mit den "Icons"

4.2.3.2 DECNET Phase IV

Im Juli 1982 kündigte DEC die Phase IV von DECNET an <304>. Die bisher geschlossene DECNET-Architektur von lauter Punkt zu Punkt Verbindungen wird dabei durch volle Ethernet-Anschluß-Möglichkeiten (Hardware und Software) und durch Übergangsmöglichkeiten in fremde Herstellernetze (SNA) sowie in öffentliche Netze (X.25) erweitert. Die ab nächstem Jahr verfügbaren Übergangsmöglichkeiten zwischen den unterschiedlichen Betriebssystemen werden in Abbildung 59 gezeigt. Die gleichzeitige Kompatibilität von DECNET Phase IV mit Ethernet und mit SNA wird von großer Bedeutung für die Xerox-Benutzer sein, da dadurch eine Brücke geschaffen wird zwischen dem modernen Büro und der leistungsfähigen DV-Anlage.

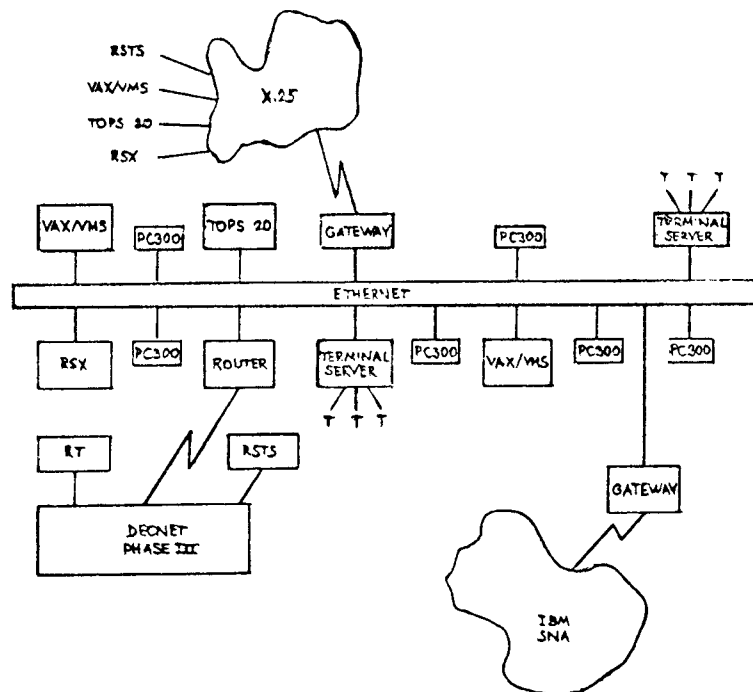
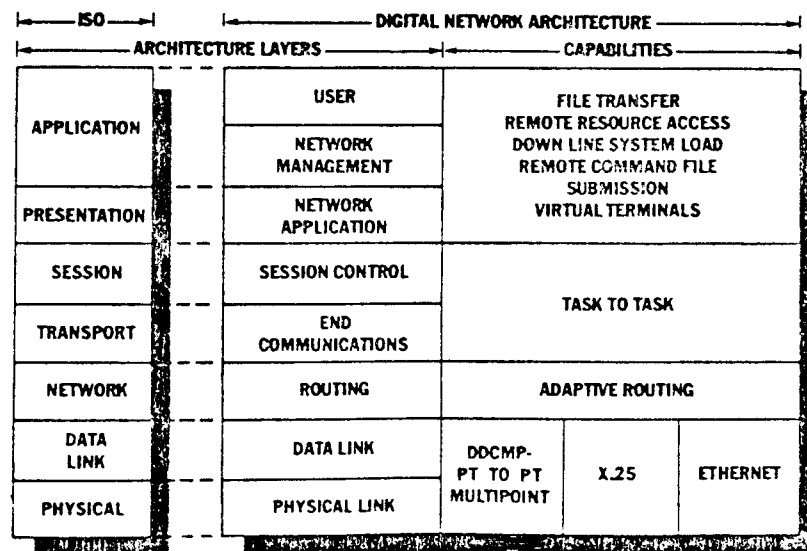


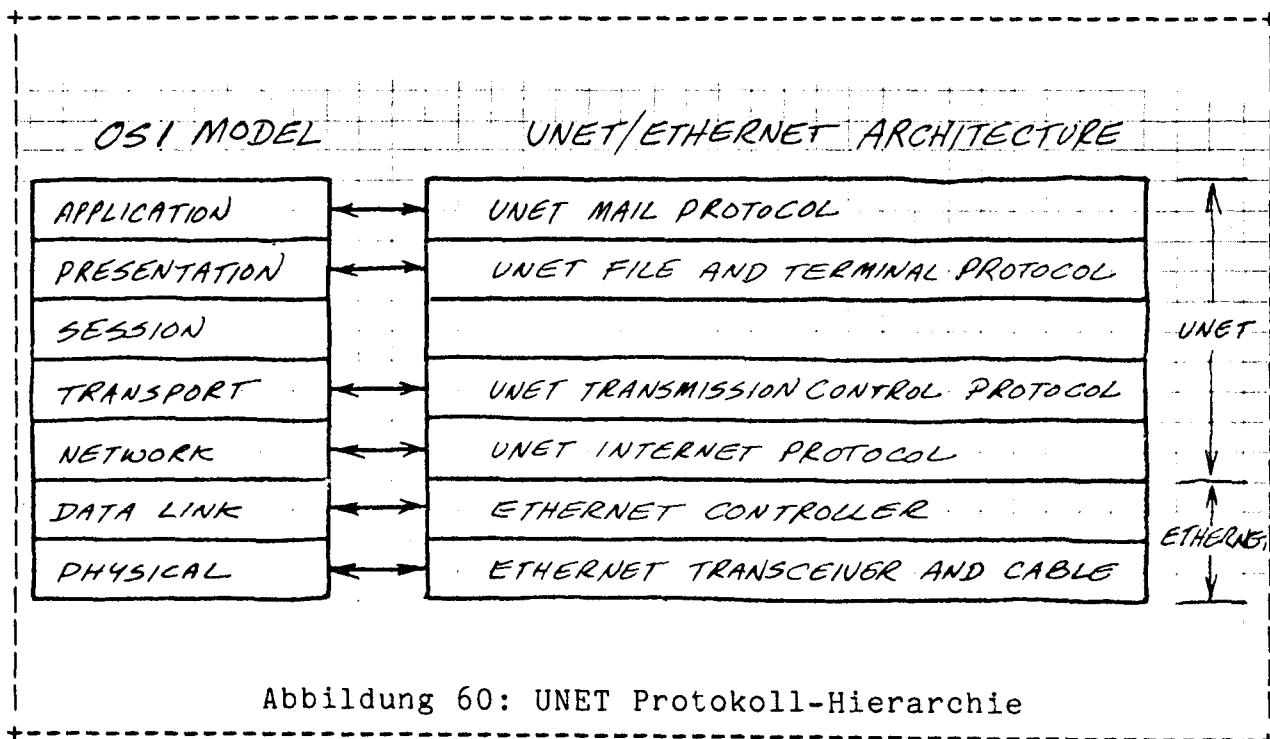
Abbildung 59: DECNET Phase IV

4.2.3.3 Ethernet-Produkte von Intel

Intel produziert Ethernet-Transceiver- und Controller-Platinen als Schnittstellen zwischen Intel-Multibus und Ethernet-Koaxkabel. Die programmierbare, mikroprozessor-unterstützte Schnittstelle ermöglicht die Kommunikation unter Multibus-fähigen Geräten gemäß dem Multibus Interprocessor Protocol (MIP). <147>

4.2.3.4 UNET von 3COM

Das Netzwerk von 3COM besteht aus der Ethernet-Schnittstelle <145> für DEC's Unibus-Hardware (Transceiver+Controller+Unibus Interface) und aus Kommunikations-Software, die unter dem Betriebssystem UNIX läuft <163>. Die UNET-Packages decken die Ebenen 3-7 des ISO-Modells ab (Abbildung 60).



UNET Internet Protocol (IP) realisiert einen einfachen Datagram Service mit Send/Receive Message Funktionen.

UNET Transmission Control Protocol (UTCP) bietet dem Benutzerprogramm einen Virtual Circuit Service mit folgenden Funktionen: Open Virtual Circuit, Send Data, Receive Data, Abort Virtual Circuit, Close Virtual Circuit.

Unet File Transfer Program (UFTP) wickelt UNIX-File-Transfer zwischen entfernten Maschinen ab. Die aufrufbaren Prozeduren sind: GET (FILE vom entfernten Host), PUT, Multiple GET (Recordweiser Zugriff), Multiple PUT, RENAME und DELETE.

UNET Virtual Terminal Program (UVTP) ist ein Virtual Terminal Protocol, das es ermöglicht, sich am entfernten Rechner einzuloggen und dort zu arbeiten. Es passt die unterschiedlichen Protokolle einander an.

UNET Mail Transfer Program (UMTP) realisiert "Electronic Mail"-Dienste. Nachrichten werden vom Sender abgeschickt, UMTP verwaltet sog. "Mail Boxes", deren Namen und Adressen netzweit bekannt sind. Bei diesen "Mail Boxes" kann der Empfänger jederzeit seine "Post" abholen. Der Inhalt eines "elektronischen Briefes" sieht folgendermaßen aus:

TO (Adressat)

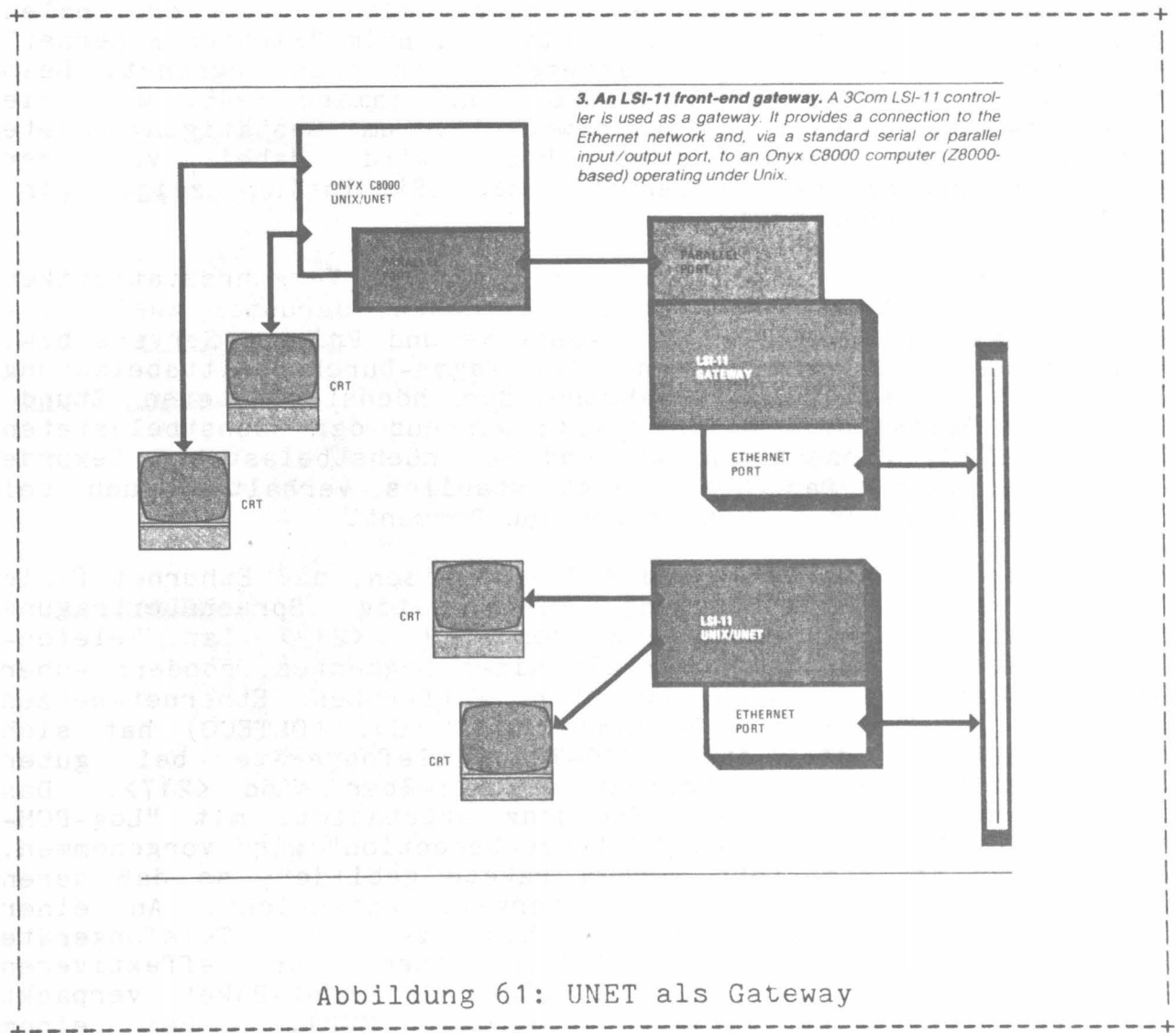
FROM (Sender)

LIST (Liste von Briefkästen, in die die Nachricht abzulegen ist)

SUBJECT (Thema der Nachricht)

BODY (die eigentliche Nachricht)

UNET bietet eine Art Kompatibilität zwischen Rechnern unterschiedlicher Hersteller, die unter dem UNIX Betriebssystem arbeiten. (Abbildung 61)



4.2.3.5 Ethernet-Produkte von INTERLAN

Interlan fabriziert UNIBUS- und QBUS-Ethernet-Kontrolleinheiten und -Transceiver und liefert dazu für die Betriebssysteme RSX, RT und VMS Driver-Packages <171>.

Interlan's Vertreiber in Deutschland ist Stemmer Elektronik. Die Gesellschaft für Datenverarbeitung (GDV) bemüht sich zusammen mit Stemmer, eine selbstentwickelte Software für Ethernet in DEC Umgebung zu verkaufen. NET-11 <303> hat grundsätzlich gleiche Funktionen wie DECNET, bleibt aber dem Benutzer völlig transparent. Er kann z.B. am Ethernet-Kabel liegende, entfernte Platten wie lokale Einheiten "mounten" und dort Files bearbeiten.

4.2.3.6 Leistungsbewertung von Ethernet

In <144> und <245> werden Varianten der Ethernet-Zugangsmethode beschrieben und durch Simulation mit der originalen Zugangsmethode leistungsmäßig verglichen. Beim "Slotted Ethernet" von Spaniol <144> ist die Wartezeit nach oben begrenzt. Beim "Acknowledging Ethernet" von Tokoro und Tamaru <245> wird die Ethernet-Schnittstelle weiterentwickelt, um Bestätigungspakete generieren zu können. Der Host wird dabei von der Kollisionsbereinigung entlastet, die Simulation zeigt eine Performance-Verbesserung.

Shoch <28> hat im Experimentnetz von PARC Verkehrsstatistiken gesammelt. Das Netz besteht aus 120 Knoten, darunter zwei Time-Sharing-Maschinen, mehrere File-Servers und Printer-Servers bzw. zahlreichen ALTO-Minirechnern. Die Tages-Durchschnittsbelastung beträgt 0.6-0.8 Prozent; während der höchstbelasteten Stunde liegt die Belastung bei 4 Prozent; während der höchstbelasteten Minute bei 17 Prozent und während der höchstbelasteten Sekunde bei 37 Prozent. Das Netz zeigt stabiles Verhalten auch bei künstlich erzeugter Belastung von 150 Prozent.

Die beiden Berichte <213> und <217> beweisen, daß Ethernet fähig ist, neben Datenübertragung gleichzeitig Sprachübertragung abzuwickeln. Im Experimentnetz von PARC <213> ist Telefonkommunikation nicht nur innerhalb eines Segmentes, sondern -über Ethernet-Gateways- auch zwischen entfernten Ethernet-Netzen möglich. Bei Olivetti Telecommunication Co. (OLTECO) hat sich herausgestellt, daß etwa 300-700 Telefongeräte bei guter Sprachqualität an ein Ethernet anschließbar sind <217>. Das Sprachsignal wird mit 8kHz Frequenz abgetastet, mit "Log-PCM-Technik" digitalisiert, und "Silence-Detection" wird vorgenommen. Von je 128 Abtastmustern werden Pakete gebildet, so daß deren Inhalt einem 16 msec Sprachintervall entspricht. An einer Telefon-Schnittstelle werden bis zu 8 Telefongeräte angeschlossen, deren Sprachinformationen zur effektiveren Leitungsausnutzung in einem einzigen Ethernet-Paket verpackt werden (Multiframe Voice Protocol, MVP). Bei einem Datenverkehrsanteil von 10-30 Prozent (neben dem 90-70 prozentigen Sprachverkehrsanteil) wurden annehmbare Verzögerungswerte gefunden, und die Echobildung konnte unterdrückt werden.

4.3 EINZELENTWICKLUNGEN IN FORSCHUNGSZENTREN

4.3.1 AMOS AM IPP-GARCHING

4.3.1.1 Steckbrief AMOS

Anwendungsbereich: Rechenzentrum

Anwendungszweck: Kopplung von Experimentrechnern und Terminals an das Zentralrechnersystem

Kommerzielle Verfügbarkeit: --

Referenzanwendungen: --

Topologie: Stern

Physikalische Eigenschaften: Telefonleitungen und eine Lichtleiterstrecke, max. Entfernung 5 km, 8 Stationen sind angeschlossen

Vermittlungstechnik: Paketvermittlung

Zugangsmethode: Es gibt lauter Punkt zu Punkt Verbindungen.

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: Das System ist völlig heterogen.

Gateway-Funktionen: Übergang ins DATEX-P Netz

<u>Protokolle</u>	Ebene 1:	X.21
Ebene 2:	LAPB	
Ebene 3:	X.25	
Ebenen 4,5:	Message Transmission Protocol (MTP)	
Ebene 6:	Virtual Terminal Protocol (VTP)	
	File Transfer Protocol (FTP)	

Preisangaben: --

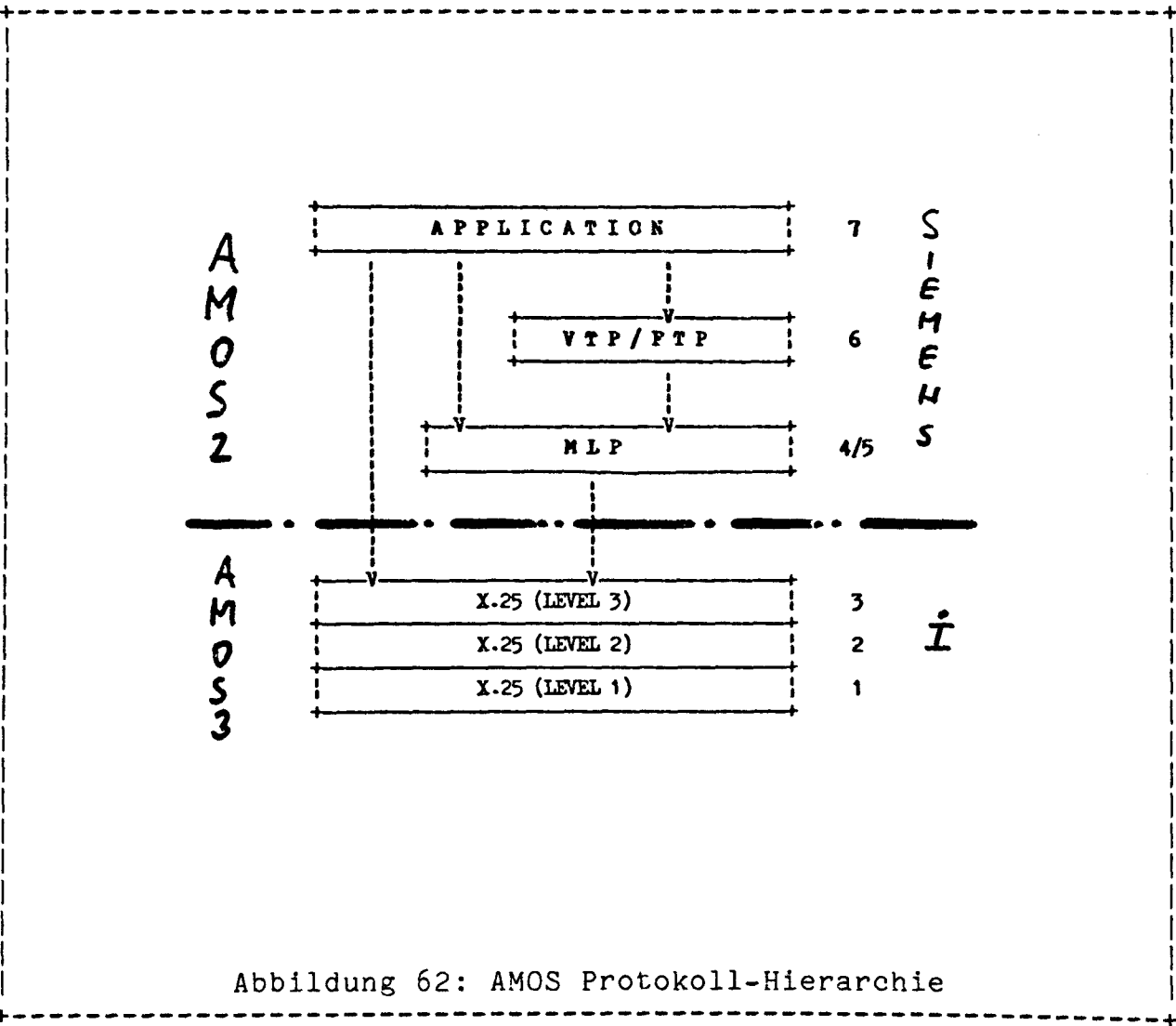
4.3.1.2 Systembeschreibung

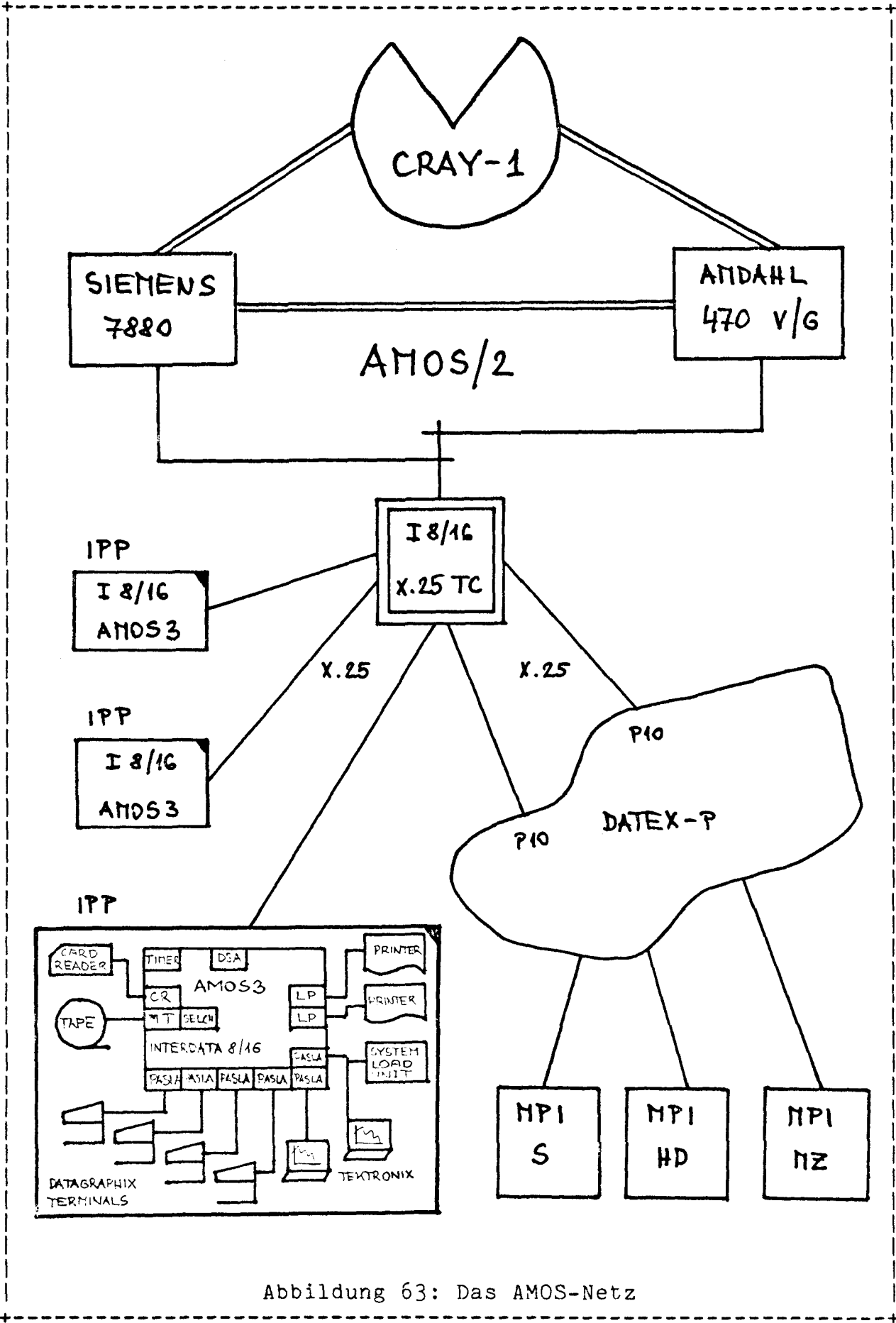
Das lokale Netz des IPP-Garching besteht aus der Triplex-Konfiguration des Rechenzentrums (kanalgekoppelte CRAY-1, Siemens 7880 und Amdahl 470 V/6) und aus zahlreichen Remote-Datenstationen (RDS). Durch das Netz wird die "Öffnung" des Dreiecks und auch entfernten Benutzern die Möglichkeit gegeben, von der leistungsfähigen Einrichtung Gebrauch zu machen (Abbildung 63).

Die beiden Rechner Siemens und Amdahl arbeiten als alternative Front-End-Rechner zu der CRAY. Das lokale Netz wurde durch Implementierung des ISO Referenzmodells entwickelt.

Die drei Ebenen von X.25 (u.a. zum Anschluß an DATEX-P) sind in einem Minicomputer INTERDATA 8/16 implementiert worden, welcher über eine Kanalverbindung mit den Front-End-Rechnern verbunden ist. Dieser zentrale Knoten übernimmt also die Rolle eines in dieser Form auf dem Markt nicht verfügbaren X.25 Telecommunications Controller.

Die höheren Protokolle (Ebenen 4-7) wurden in den Front-End-Rechnern implementiert. Diese Protokolle wurden wegen fehlender Normen selbst entwickelt, jedoch modular aufgebaut, sodaß sie austauschbar sind (Abbildung 62).



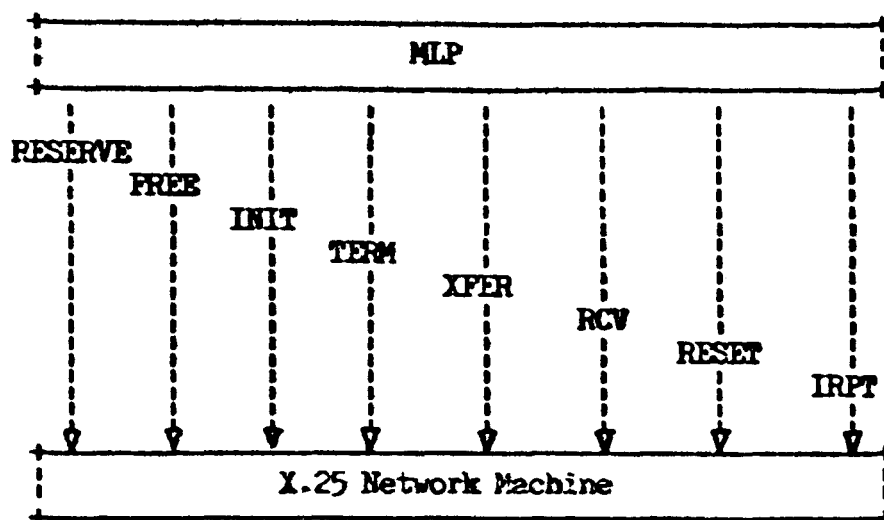


Die Remote Datenstation (RDS), ein Interdata 8/16 Minirechner-System, überwacht eine Reihe von E/A Geräten und dient als Benutzerschnittstelle zum Netz. Die Verbindung zum zentralen X.25 Telecommunications Controller erfolgt über das private Telefonnetz, die Leitungen werden als HDLC-Links gemäß X.25 Protokoll betrieben (Permanent Virtual Circuit Subset). Diese Verbindung entspricht der DATAPAC SNAP Spezifikation (Standard Network Address Protocol). Die X.25 TC - Front-End-Rechner Strecke ist ein Lichtleiterkabel, über das ein BSC-Protokoll mit 4.8 oder 9.6 kBaud gefahren wird. Diese Verbindung wie auch die Remote-Datenstationen sind eigene Hardware-Entwicklungen.

Das Betriebssystem AMOS/3 im RDS unterstützt 32 sog. I/O-Prozesse und 32 CPU-Prozesse. Es wird von Platte auf zentralen Befehl geladen. Die angeschlossenen Terminals werden gemäß dem Virtual-Terminal-Konzept betrieben, die Schnittstelle heißt PASLA. Das vom IPP entwickelte Virtual-Terminal-Protokoll (nähere Beschreibung in <173/b>) verwaltet u.a. folgende permanente Virtual Circuits zwischen RDS-Virtual-Terminal-Prozessen und Amdahl-Prozessen:

4 Stück PVCs zwischen RDS-VTP	und Amdahl Editor
2 Stück PVCs zwischen RDS Lineprinter-Prozeß	und Amdahl Editor
2 Stück PVCs zwischen RDS Plotter-Prozeß	und Amdahl Editor

Das Message-Link-Protokoll der Ebene 4 <173/b> wurde in der Programmiersprache PL70 implementiert. Es bedient sich des X.25-Subnetzes und stellt den Benutzerprozessen im Großrechner den in Abbildung 64 dargestellten Transport-Service zur Verfügung.



Exported Network Services

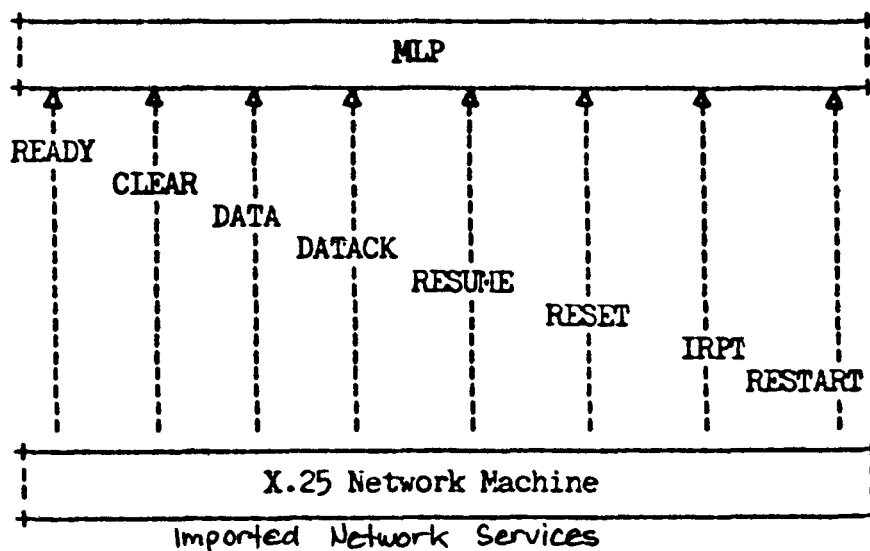


Abbildung 64: AMOS Transport Services

4.3.2 HMINET2 IN BERLIN

4.3.2.1 Steckbrief HMINET2

Anwendungsbereich: Rechenzentrum

Anwendungszweck: Experimente mit Netzsystemen

Kommerzielle Verfügbarkeit: --

Referenzanwendungen: --

Topologie: Stern

Physikalische Eigenschaften: Telefonleitung, unterschiedliche Baudraten bis zu 64 kBit/s, 8 Stationen sind angeschlossen

Vermittlungstechnik: Paketvermittlung

Zugangsmethode: Punkt-zu-Punkt Verbindungen

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: Das System ist völlig heterogen.

Gateway-Funktionen: Übergang ins Datex-P Netz

Protokolle:

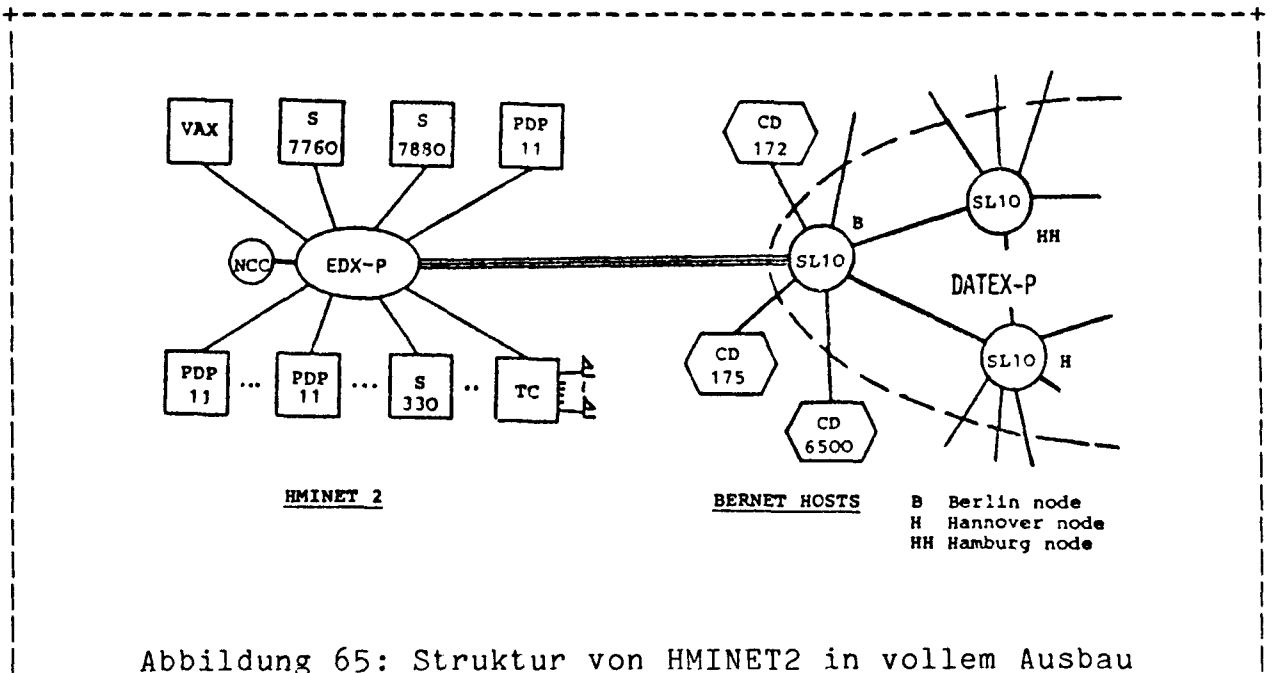
Ebene 1:	X.21bis
Ebene 2:	LAPB
Ebene 3:	X.25 Paketebene
Ebenen 4,5:	Message-Link-Protokoll
Ebenen 6,7:	Remote Terminal Access, Remote Data Access, File Transfer Remote Job Entry, Remote Spool, Virtual File, Network Message and Administration

Preisangaben: --

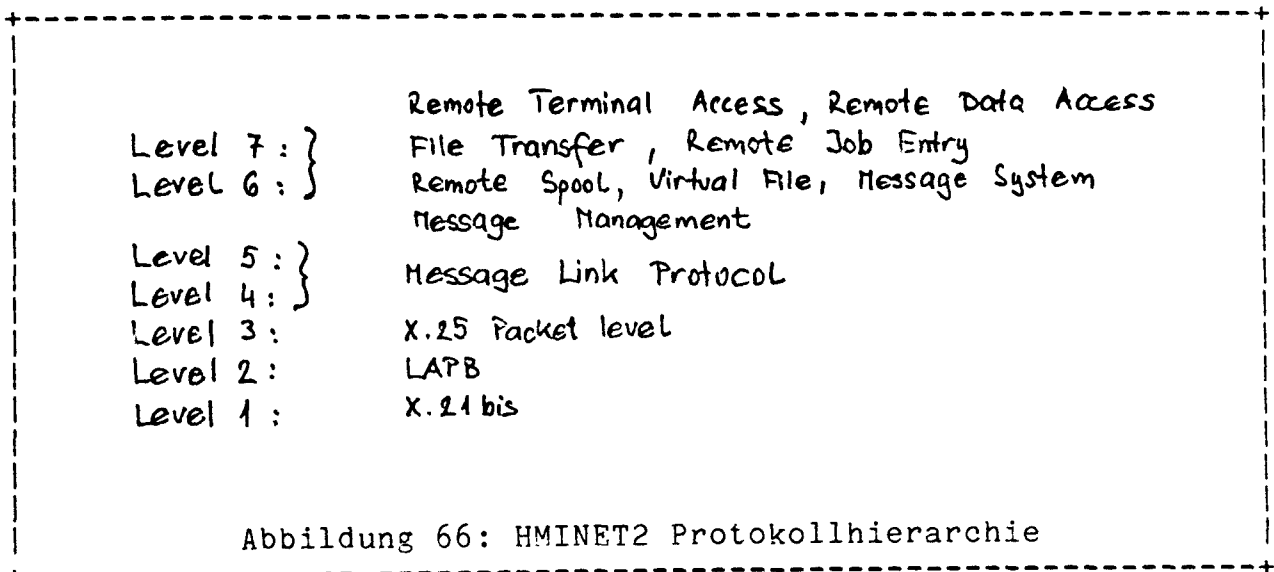
4.3.2.2 Systembeschreibung

Die Entwicklung des HMINET1 ist 1974 vom HMI Berlin, Siemens und BMFT beschlossen worden. 1976 wurde mit der Installation begonnen und 1978 bot HMINET1 schon eine breite Wahl von Dienstleistungen an. HMINET2 ist ein auf vier Jahre ausgelegtes Projekt (1979-82). In dieser Zeit wird der volle Ausbau einschließlich BERNET-Anschluß realisiert.

Aufgrund der Autonomie der einzelnen Forschungsinstitute, die Benutzer von HMINET sind, und weil der überwiegende Teil der Rechenkapazität zentral verfügbar ist, ist HMINET ursprünglich als Sternnetz konzipiert worden. Die Sternstruktur wurde während der Weiterentwicklung von HMINET beibehalten (Abbildung 65).



Bei der Realisierung wurde, wie auch bei AMOS, das ISO Referenzmodell als Grundlage genommen und dessen Modularität bzw. hierarchische Anordnung der Kommunikationsfunktionen streng eingehalten (Abbildung 66).



Die zentrale Instanz ist ein Siemens Doppelrechner-Knoten des Typs EDX-P bestehend aus einem Paketvermittlungsrechner und einem Netzwerk-Kontrollzentrum (NCC). Abbildung 67/a zeigt den Grad der Heterogenität bezüglich der angeschlossenen Rechnertypen, Betriebssysteme und Anwendungsbereiche. Bei der Auslegung des zentralen Vermittlungsknotens wurde u.a. von der in Abbildung 67/b angegebenen Verkehrs-Vorhersage ausgegangen.

Host type	Number of host terminal		Operating system	Application
Siemens S 7880	1	40	BS 3000	mainframe, TSS batch, data base
DEC VAX 11/780	1	12	VMS 780	grafic processor, data evaluation
DEC PDP 11	15	60	RSX 11-M	exp.control, data aquisition, progr. developm., graphic
Siemens 300 R30	2	8	ORG-PV	radiation control data aquisition
DEC LSI-11	2	12	COM.EXEC	terminal concentr front end

Host classification

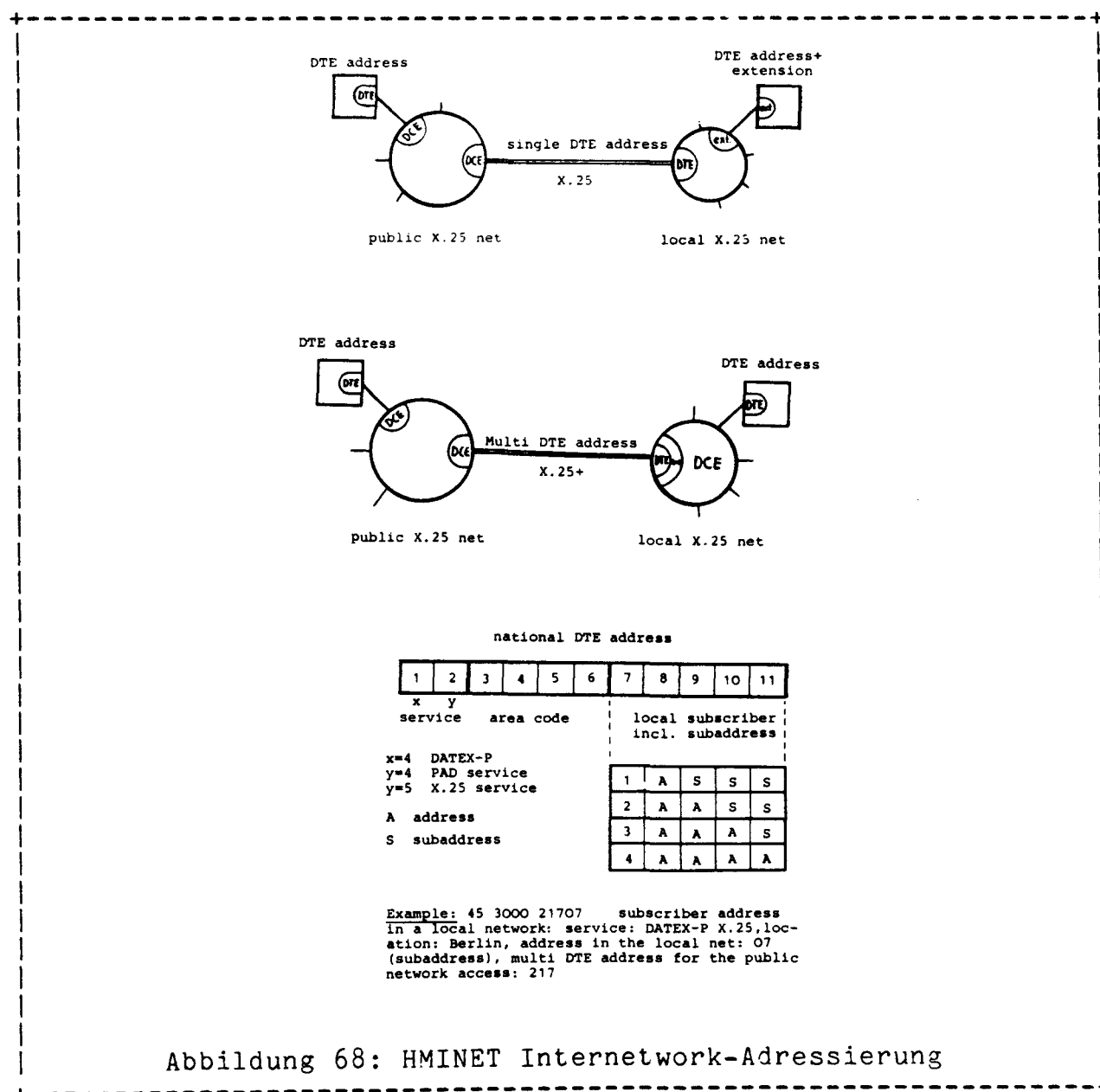
Number of hosts: 23
 Number of terminals: 130
 Degree of heterogeneity: 4

No.of lines	average packet throughput p/s for each line	peak values p/sec	line speed kbps
10	10	18	19,2
12	25	45	48
2	40	56	64

Total average packet throughput: 480 p/sec
 total peak packet throughput: 832 p/sec.

Traffic characteristics of HMINET 2

Im Interesse der Schaffung einer Verbindungsmöglichkeit zu anderen deutschen Forschungsinstituten ist der Übergang ins Datex-P Netz realisiert worden. Da es sich hier um ein lokales X.25-Netz und ein X.25-Transportnetz handelt, ist die Kopplung auf der Netzwerkebene vorgenommen worden. Es ergab sich von selbst, daß die Fernübertragungsverbindungen und die lokalen Verbindungen im zentralen Knoten zusammengeführt werden und beide als X.25 Virtual Circuits verwaltet werden. Als Schnittstelle zwischen EDX-P und dem nächsten Datex-P Switching-Knoten in Berlin erwies sich X.75 als nicht geeignet. Stattdessen wurde X.25+ eingeführt, welches einen sog. "Multi-DTE"-Adreßraum vorsieht. Das Ziel ist, mehrere lokale Benutzer über die X.25 Virtual Circuits adressierbar und unterscheidbar zu machen. Dies ist dadurch erreicht worden, daß - in Übereinstimmung mit der X.25 Adressierungs-Nomenklatur von DATEX-P - der lokale Switching-Knoten vom HMI (EDX-P) dem Gesamtadreßraum von DATEX-P angehört. EDX-P kann seine Unterknoten im Sternnetz durch Subadressen unterscheiden. Abbildung 68 vergleicht die beiden Gateway Möglichkeiten X.25+ und X.75, und gibt ein Adressierungsbeispiel.



4.3.3 LOCHNESS FÜR PROZESSÜBERWACHUNGSZWECKE

4.3.3.1 Steckbrief LOCHNESS

Anwendungsbereich: Forschung

Anwendungszweck: Datenübertragung, Prozeßüberwachung

Kommerzielle Verfügbarkeit: --

Referenzanwendungen: --

Topologie: T-Bus

Physikalische Eigenschaften: 1 km lange Segmente, 75 Ohm Koaxkabel, 1 MBit/s Datenrate, Basisband-Technik, Manchester-Kodierung, max. 32 Stationen

Vermittlungstechnik: Paketvermittlung

Zugangsmethode: CSMA/CD mit Prioritäten

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: --

Gateway-Funktionen: --

Protokolle:

- Ebene 1: -Local Network Control Interface (LNCI) für TPA 1140 Minirechner
- Multiprotocol Communications Controller (MPCC) für das CAMAC-System
- Ebenen 2,3: -RSX Driver und ACP (für TPA)
- MFT-80 Handler und Communications Tasks (für CAMAC)
- beide Systeme realisieren Virtual Circuit Service

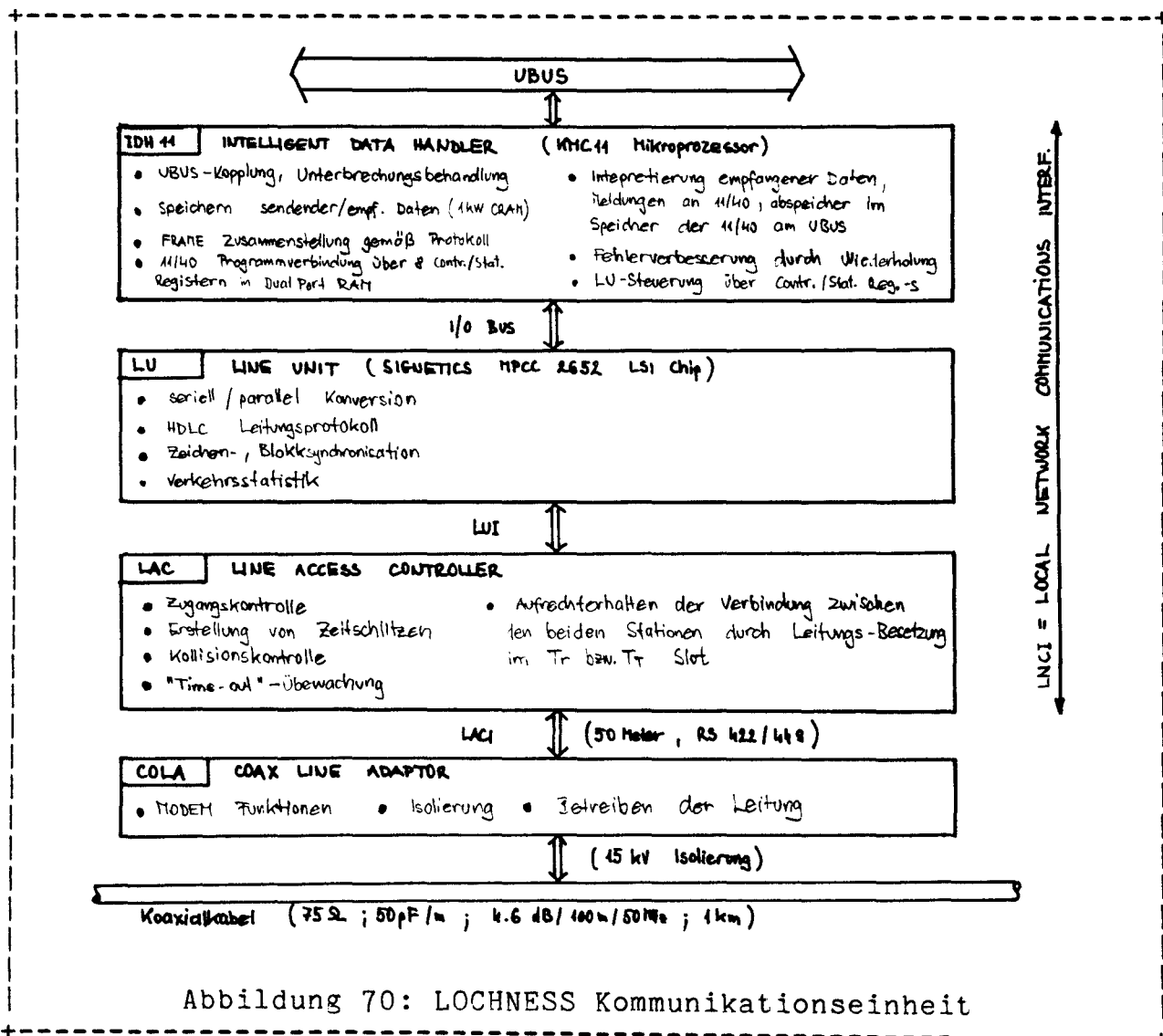
Preisangaben: --

4.3.3.2 Systembeschreibung

Das Netz dient einerseits dazu, PDP-11-spezifische Ressourcen im Gelände der Zentralforschungsinstitut für Physik (KFKI) für alle potentiellen Benutzer verfügbar zu machen, andererseits ist es dazu geeignet, als Kommunikationsmittel in hochkomplizierten Prozeßüberwachungssystemen in spezieller Industrie- oder Laborumgebung verwendet zu werden.

Die Topologie des T-Netzes ist in Abbildung 3 zu sehen sie wurde im Kapitel 2.2.3 behandelt. Die untergeordneten Bus-Segmente verbinden die intelligenten CAMAC-Crates, die mit Prozeßperipherie ausgerüstet und unmittelbar am Prozeß angesiedelt sind. Sie haben Datenerfassungs-, Steuerungs- und Regelungsaufgaben durchzuführen. Das übergeordnete Bus-Segment (Backbone Segment) verbindet die TPA/1140 Rechner, die die Koordination der CAMAC-Crates, bzw. Gesamtprozeß-Überwachung und -Optimierung wahrnehmen. Sie dienen gleichzeitig als aktive Store & Forward Routing-Knoten im Netz.

Es wurden zwei Kommunikationseinheiten entwickelt, eine für die TPA/1140 Minirechner und eine für die intelligenten CAMAC Crates (ICC). Die Architektur der einen Kommunikationseinheit ist in Abbildung 70 dargestellt.



Die Kommunikation auf beiden Bus-Typen ist einheitlich. Die Zugangsmethode ist eine Modifikation des Hyperchannel-Protokolls, indem nicht nur Stationsprioritäten, sondern auch Message-Prioritäten eingeführt werden und der Buszugang bei niedriger Belastung "fair" ist. (Erst nach einer Kollision werden die Stationsprioritäten wirksam.) Der Zeitablauf der Zugangssteuerung wird in Abbildung 71 veranschaulicht. Der Receiver-Slot ist für die Bestätigung zuständig, der Transmitter-Slot für die Wiederholung im Falle der Nicht-Bestätigung. Der High-Priority-Slot ist für Interrupt-Messages bestimmt. Im Random-Slot erfolgt die Berechtigungs-Zuordnung nach Prioritäten, die durch die Reihenfolge der Slots festgelegt werden. Jede Station wählt im Random-Slot ihre Priorität zufallsbedingt. Erst nach einer Kollision werden die fest-zugeordneten Station-Priority-Slots maßgebend.

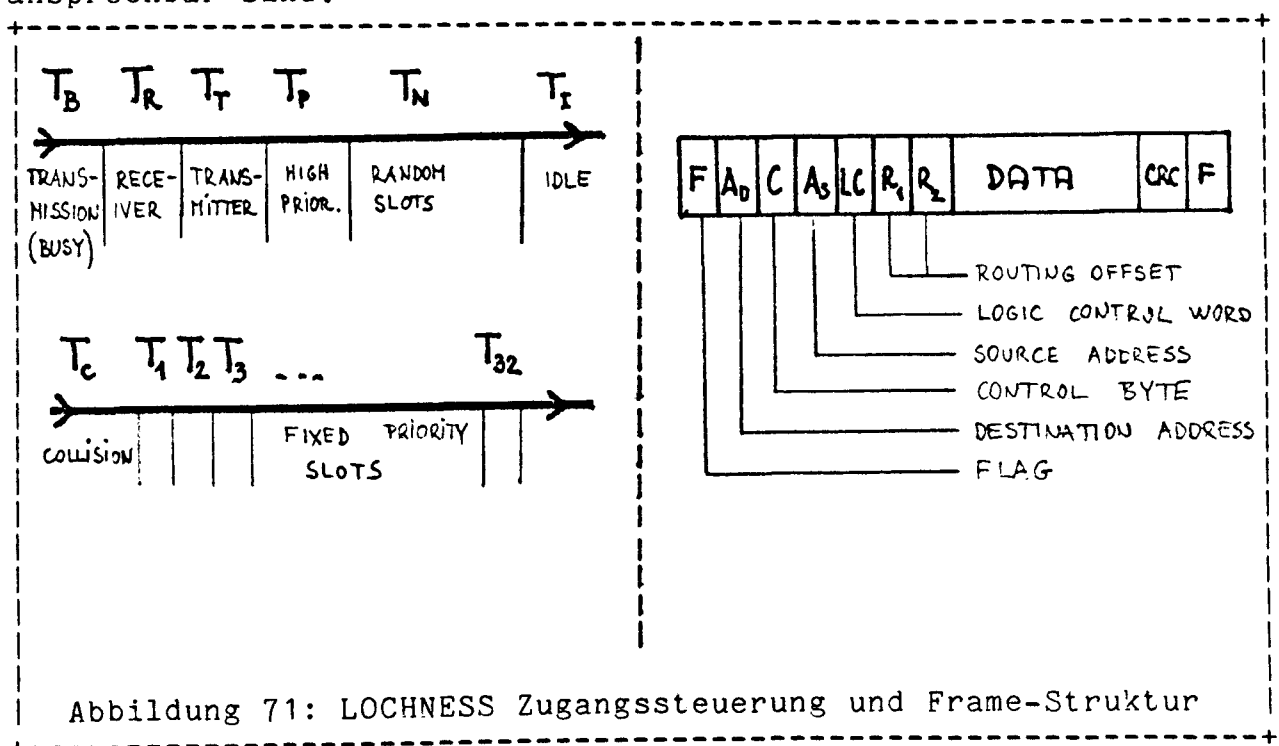
Das Data-Link-Protokoll arbeitet mit HDLC I-Frames. Die Frame-Arten sind:

- Send Data Frame
- Send Request Frame
- Thank Frame (Bestätigung)
- Later Wake Up Frame (Flußkontrolle)
- Status Reply Frame

Eine normale Frame-Folge ist z.B. folgende:

- Send Request Frame ->
- Status Reply Frame (OK) <-
- Send Data Frame ->
- Thank <-

Die Data Link- und Netzwerk-Ebenen sind im TPA/1140-Rechner als RSX-Driver und Ancillary Control Processor (ACP) realisiert. Der Driver und der ACP zusammen gewährleisten den Benutzer-Tasks einen Virtual Circuit Service mit Flußkontrolle und Fehlerbehandlung. Die Verbindungsaufbau- und Abbau-Aufrufe an den ACP erfolgen über "well known" Virtual Circuits, die immer ansprechbar sind.



4.4 BREITBANDNETZE

4.4.1 WANGNET

4.4.1.1 Steckbrief Wangnet

Anwendungsbereich: Büro

Anwendungszweck: Daten-, Text-, Sprach- und
Bewegtbildübertragung

Kommerzielle Verfügbarkeit: Sowohl das Netzwerk, wie auch Wang-
Bürogeräte und -Arbeitsplätze werden angeboten.

Referenzanwendungen: --

Topologie: Baumförmig

Physikalische Eigenschaften: Breitbandtechnik, doppeltes
Koaxkabel, max. 3.5 km Entfernung, unterschiedliche Datenraten
von 9.6 kBit/s bis 12 MBit/s, mehrere Tausend Geräte sind
anschließbar

Vermittlungstechnik: Wang-Band: Paketvermittlung, Interconnect-
Band: Leitungsvermittlung

Zugangsmethode: Frequenzmultiplexverfahren (FDMA) und CSMA/CD

Anschluss von Geräten fremder Hersteller: im Interconnect-Band
sehr günstig durchführbar

Gateway-Funktionen:

Protokolle:

Wang-Band: Ebenen 1-4: Cable Interface Unit
Ebenen 5-7: Software in den einzelnen Wang-Geräten
Interconnect-Band: keine Protokoll-Unterstützung, aber beliebige
Protokolle können betrieben werden

Preisangaben: (The Yankee Group, 1981)

Fixed Frequency Modem	\$850-1200
Frequency Agile Modem	\$1250
Wang Dataswitch	\$12 000
Comm. Interf. Unit CIU	\$3000

4.4.1.2 Systembeschreibung

Wangnet sieht bestimmte Bandbreitenbereiche für bestimmte Kommunikationstypen vor <139>. Mit Hilfe der FDM-Technik (Frequency-Division-Multiplexing) laufen die Übertragungen in den einzelnen Frequenzkanälen echt parallel ab. Dadurch kann jedes Band auf die Systeme zugeschnitten werden, die mit ihm arbeiten sollen. Da Wang ein Dual-Koaxkabel als Übertragungsmedium gewählt hat (ein Kabel zum Senden, eines für den Empfang), ist es möglich die gesamte vorhandene Bandbreite von 340 MHz unter die "Bänder" aufzuteilen. (Abbildung 72).

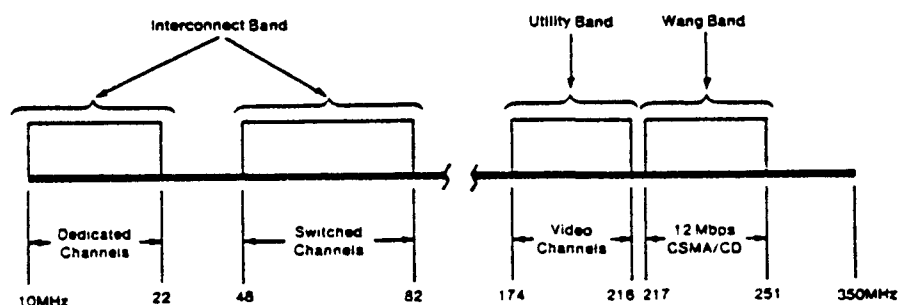


Abbildung 72: Bandbreitenaufteilung

Das Wang-Band bietet eine hochentwickelte Gemeinschaftsnutzung für Wang-Systeme wie OIS, VS, die Produktserie 2200 oder das Arbeitssystem Alliance. Mit einer Gesamtdurchsatzrate von 12 Mbit/s und der CSMA/CD-Zugangsmethode können bis zu 16 384 Geräte über Wang's Kommunikationseinheiten (Cable Interface Unit, CIU) angeschlossen werden. Die CIUs bewältigen die Aufgaben der unteren 5 Ebenen des ISO Modells (Abbildung 73).

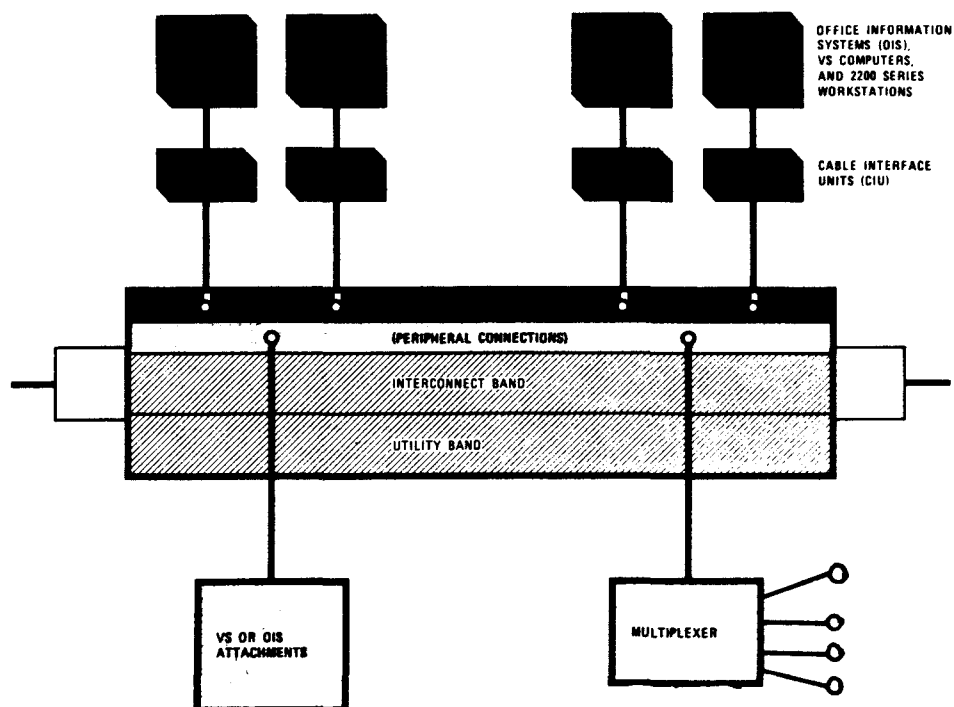


Abbildung 73: Wang-Band

Das Interconnect-Band ist für standardmäßige Datenfernübertragungsprotokolle vorgesehen <41>. Es bietet viele gleichlaufende, transparente Vollduplexverbindungen zwischen vielen Systemen bzw. Terminals unabhängig vom Hersteller. Es stehen sowohl festgeschaltete Leitungen für Mehrpunktübertragungen als auch Wählleitungen für Punkt-zu-Punkt Übertragungen zur Verfügung.

Das Interconnect-Band bietet 16 festgeschaltete Leitungen für Mehrpunkt- und Punkt-zu-Punkt Kommunikation bei Geschwindigkeiten bis zu 64 kBit/s. Weitere 32 festgeschaltete Leitungen stehen für Mehrpunktverkehr bei 9.6 kBit/s zur Verfügung. Sowohl Wang- als auch Fremdsysteme, die die standardmäßigen Datenfernübertragungsprotokolle in einer Mehrpunktumgebung unterstützen, können mit Hilfe von Wang-Modems, die mit wechselnder Frequenz arbeiten (Frequency Agile Modems FAM), an diese festgeschalteten Verbindungskanäle angeschlossen werden. Das FAM besitzt eine kleine Dial-Pad-Unit mit Status-Indikatoren, eine V.24 Schnittstelle, eine RS-366 Schnittstelle zum automatischen Anwählen und ein "Analog/Data Interface".

Das Interconnect-Band bietet auch 256 Wählleitungen für Punkt-zu-Punkt-Verkehr bei Bitgeschwindigkeiten bis 9.6 kBit/s. Bis zu 12 Wang-Geräte können über einen Wang-Dataswitch und FAMS Kommunikationsverbindungen mit V.24-Fremdgeräten herstellen. Der Dataswitch muß über einen Kontrollkanal aufgerufen werden, er "pollt" alle FAM's, stellt einen freien Kanal für das kommunikationswillige Gerätepaar zur Verfügung und schaltet sich aus der Verbindung aus. Die Verbindung sieht wie ein langes V.24-Kabel aus.

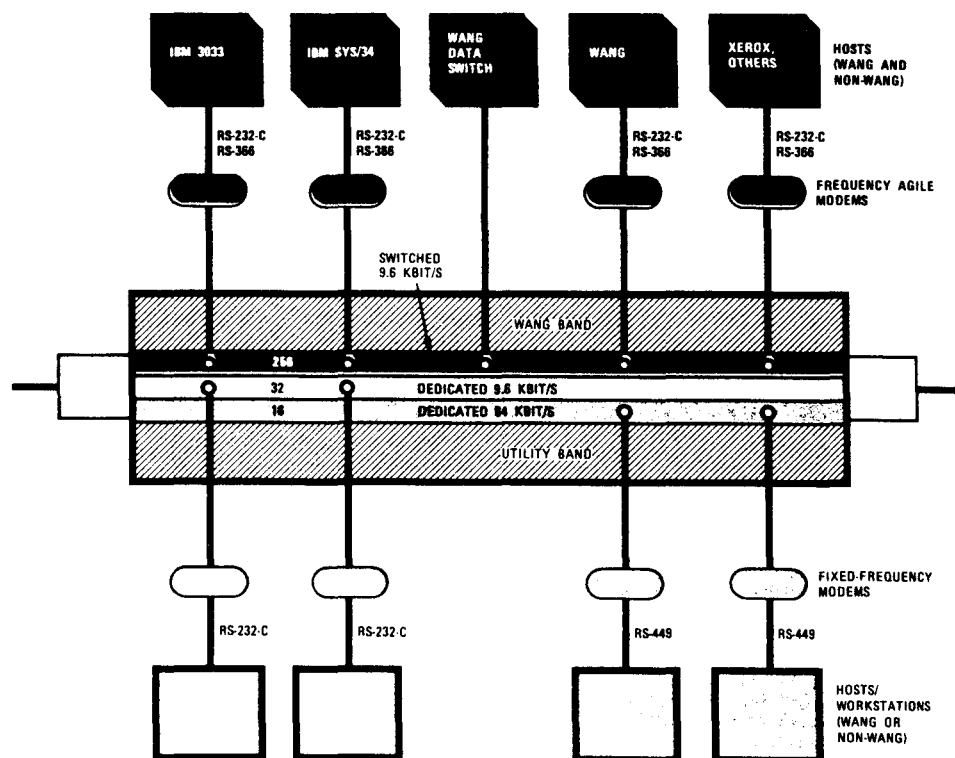


Abbildung 74: Wang-Interconnect-Band

Das Utility-Band bietet sieben reservierte Kanäle für Videoanwendungen wie z.B. Bildtelefonkonferenzen und Sicherheits-Fernüberwachungen. Sowohl Textbilder als auch "Bewegtbild-plus-Ton" Video-Signale können über diese Kanäle übertragen werden.

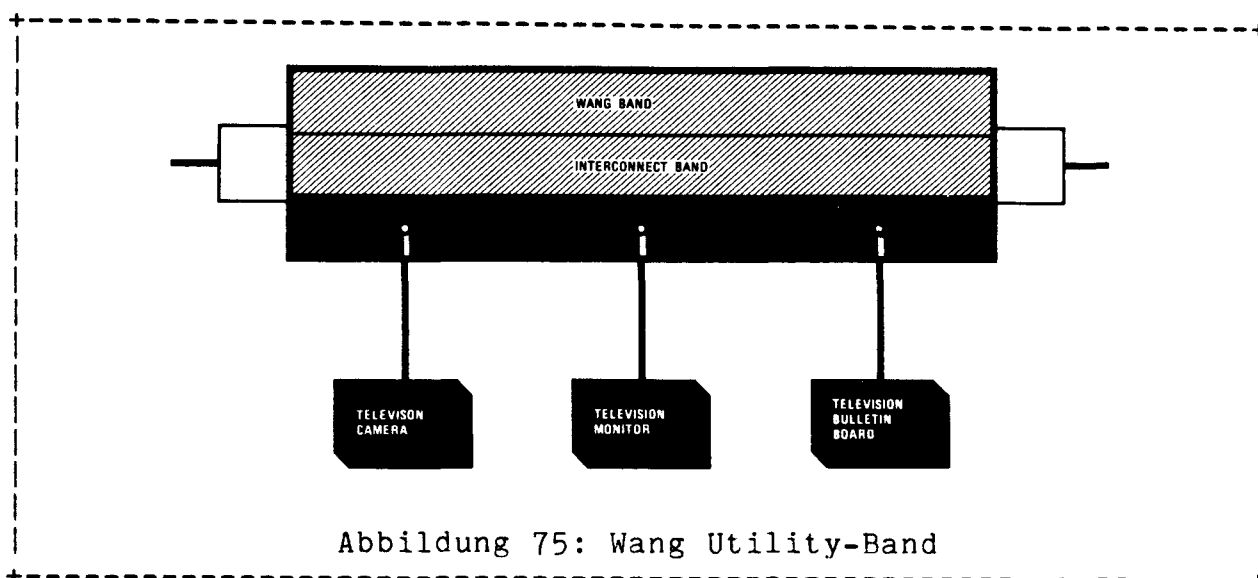


Abbildung 75: Wang Utility-Band

Das Arbeitsplatzsystem Alliance <57> ist ein mit "Star" vergleichbares Kommunikationssystem (auf Alliance/250 Minirechnerbasis), das ebenfalls als "revolutionär" bezeichnet werden kann. Es ermöglicht außer den "konventionellen" Textverarbeitungsfunktionen auch digitale Sprachverarbeitung. Mit Hilfe der Audio-Option (am Terminal anschließbares Telefongerät) und der AI-Voice-Software können Sprach-Notizen in digitalisierter Form aufgezeichnet (adaptives Delta-PCM), auf Platte gespeichert, vom Rechner bearbeitet und über Wangnet übertragen werden. Der Alliance-Voice-Editor präsentiert den Sprachfluß auf dem Schirm als eine Folge von Punkt-Zeichen, wo jedes Zeichen einer Sekunde Sprache (zwei kurze Worte) entspricht. Man bewegt den Cursor, hört am Hörer die wiedergegebene Sprache ab und kann anhalten, zurückspringen, "punktweise" löschen, durch einfaches "Überreden" verändern usw. Die Alliance Visual Memory Data Retrieval Software hat folgende Funktionen:

- * Sprach-Notizbuch: Ausgesprochene Worte können im Notiz-File als Suchmuster wiedergefunden werden, und die Sprachumgebung kann dargestellt und wieder abgehört werden.
- * Telefonregister: Automatisches Wählen, während des Gesprächs evtl. aufzeichnen und auf dem Schirm Hintergrundinformationen über die angerufene Person darstellen.
- * Kalender: Automatische Termin-Verwaltung

4.4.1.3 Systemanalyse

Durch die extrem hohe verfügbare Bandbreite besitzt Wangnet vielleicht die größte Flexibilität bei der Konfiguration eines Netzes, bei der Erweiterung durch neue Funktionen und bei der Entwicklung zusätzlicher Netzwerk-Services. Im Gegensatz zum Xerox-System ist Wangnet über das im Wang-Band realisierte Wang-Kommunikationssystem hinaus offen für weitere Anwendungen innerhalb des Wangnetzes. Nach Wang's Auffassung muß das Netz an die Anwendung angepaßt werden, statt Anwendungen so zu beschneiden, daß sie mit den vorhandenen Kommunikationsprodukten realisierbar werden; darin liegt der deutliche Unterschied zwischen Wangnet und dem Xerox-System. Mit dem Interconnect-Band versucht Wang eine umfassende Lösung für die Inkompatibilität zu geben. Das Interconnect-Band zeigt eine attraktive Transparenz auf (man kann beliebige Protokolle fahren), macht aber selbst keine Protokoll-Konversion (Beide Seiten müssen dieselbe "Sprache" sprechen, es gibt auch keine Geschwindigkeits-Anpassung.) Wangnet wird erst ab 1983 am Markt zugänglich werden. Die Anschlußkosten sind wesentlich höher als bei anderen Netzen, sie werden erst mit umfangreichem Systemausbau konkurrenzfähig.

4.4.2 LOCALNET VON SYTEK

4.4.2.1 Steckbrief Localnet

Anwendungsbereich: Büro, Rechenzentrum, Ausbildung

Anwendungszweck: Daten- und Textübertragung

Kommerzielle Verfügbarkeit: Zwei Netzwerksysteme werden angeboten: System 20 und System 40. System 40 wird in den USA ab 1983 lieferbar.

Referenzanwendungen: Sytek Offices/California, Brown University Campus, Naval Assistance Center/San Diego

Topologie: baumförmig

Physikalische Eigenschaften: Breitbandtechnik, ein Koaxkabel, "Midsplit"-Frequenzaufteilung, max. Entfernung 50 km, 24 000 Geräte sind anschließbar, 128 kBit/s Rate, (im System 40 5*2.5 MBit/s)

Vermittlungstechnik: Paketvermittlung

Zugangsmethode: Frequenzmultiplexverfahren (FDMA) und CSMA/CD

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: sehr günstig durchführbar

Gateway-Funktionen: TLINK zwischen Localnets, TGATE zu Fernübertragungsnetzen (TYMNET, TELENET, X.25)

Protokolle:

Ebene 2: HDLC (System 20)
Ebene 3: Packet Transport Protocol
Ebene 4: Reliable Stream Protocol
Ebene 5: Session Management Protocol
Ebene 6: Virtual Terminal Protocol, Format Translation,
Data Encryption

Preisangaben: (Sytek, 1982)

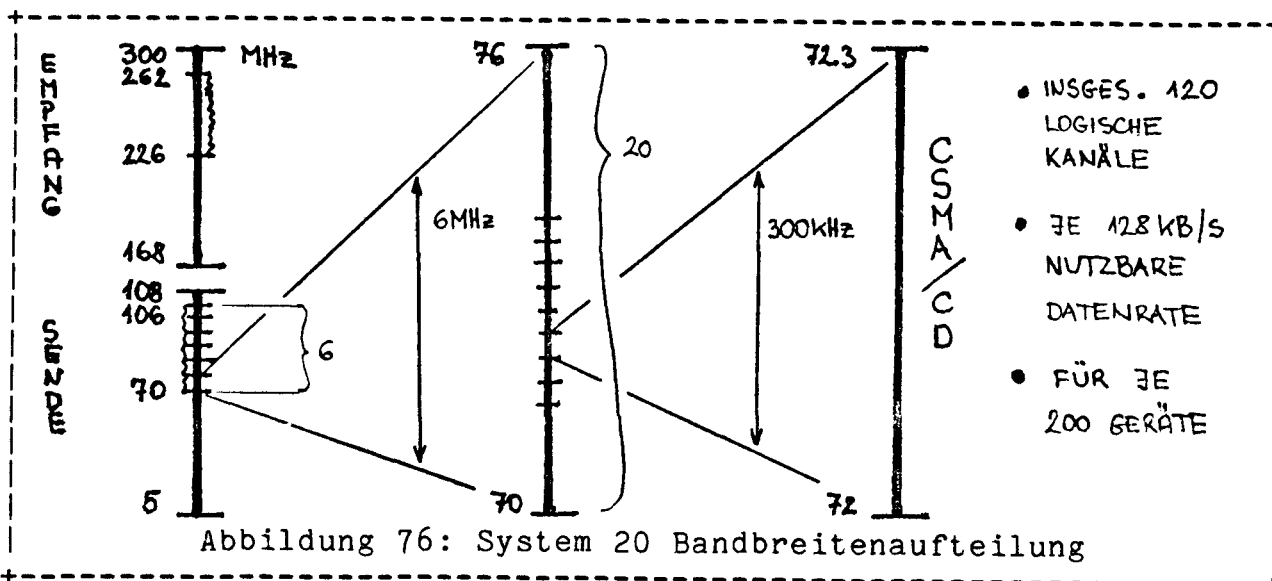
TVERTER	\$3500
System 20 TBOX (2 Conn.)	\$2200
System 20 TMUX (8 Conn.)	\$6400
System 40/20 TBRIDGE	\$5800
System 40 TBRIDGE	\$7000-10 000
System 40 PCU	\$8500-10 000
System 40 VAX/PDP Interf.	\$1500

4.4.2.2 Systembeschreibung

Localnet System 20 ist zur Vernetzung billiger Peripherie-Geräte mit relativ niedrigen Übertragungsraten (Terminal, Drucker), sowie zum Anschluß von Mikro- und Minirechnern über programmierte E/A-Schnittstellen (V.24 Ports) gedacht. Der Sammelname der beiden Typen der Kommunikationseinheit heißt PCU (Packet Communication Unit). Die PCU ist nicht nur ein intelligentes Modem mit wählbarer Frequenz (Frequency Agile Modem), sondern ist zugleich eine, von einem Z80 Mikroprozessor unterstützte, benutzerprogrammierbare Kommunikationseinheit, die die unteren vier Protokoll-Ebenen abdeckt. Die PCU gewährleistet folgende Funktionen (in 40K Systemsoftware enthalten):

- * Auf Befehl der Network Monitoring & Control Station wählt sie einen 128 kBit/s logischen Kanal, über den sie nachher arbeiten wird.
- * CSMA/CD Zugangsprotokolle (Nach Sytek's Angaben können sich 200 Geräte mit je 9.6 kBit/s Rate einen solchen Kanal teilen.)
- * Virtual Circuit Service für jeden ihrer Ports (2 oder 8 Stück)
- * Auf- und Abbau von Virtual Circuits, Flußkontrolle, Fehlerentdeckung (CRC Prüfung) und Verbesserung durch Wiederholung
- * HDLC-Protokolle auf der Data-Link-Ebene
- * "value added" Services, d.h. zur Presentation Ebene gehörende zusätzliche Funktionen wie Protokollübersetzung, Geschwindigkeitsanpassung, Datenverschlüsselung

Localnet arbeitet mit einem Koaxkabel. Die Central Retransmission Facility (hier heißt sie Tverter) verwendet die beiden Hälften der verfügbaren Bandbreite als Sende- bzw. Empfangskanal ("single coax, mid-split technique"). Die Aufteilung der Bandbreitenhälfte unter die logischen Kanäle ist in Abbildung 76 dargestellt.



Die Funktionsweise des System 20 kann man sich als 120 übereinandergestapelte Ethernets mit je 128 kBit/s vorstellen.

Es gibt zwei Arten System-20-PCUs, die sich lediglich in ihrer Peripherieanschlußkapazität unterscheiden. TBOX hat ein oder zwei V.24 Schnittstellen. TMUX hat acht einzeln adressierbare Schnittstellen und ist zur Bedienung von Terminal-Clusters oder von mehreren konkurrierenden Rechner-Ports gedacht. Eine typische System-20-Konfiguration sieht man in Abbildung 77.

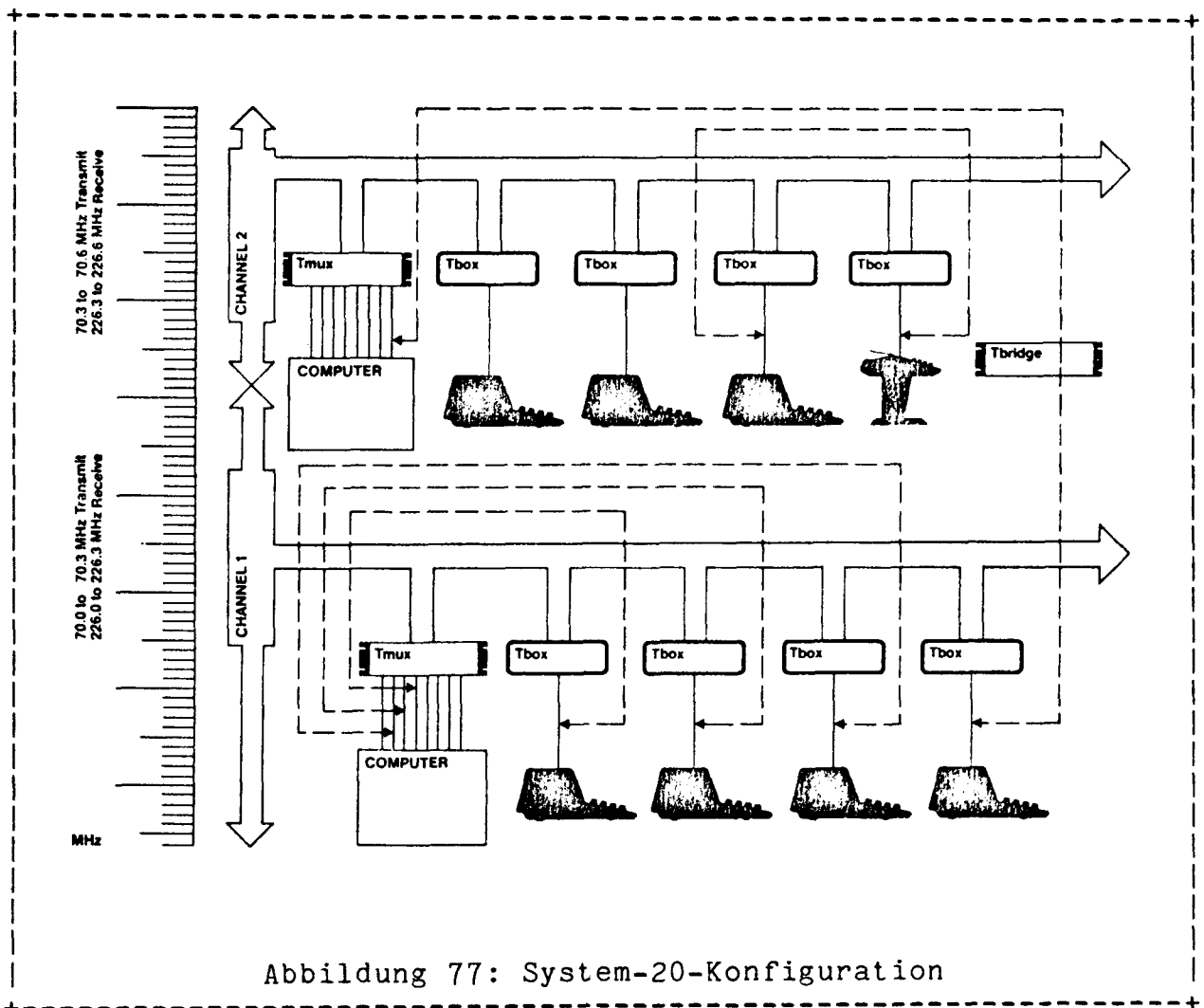


Abbildung 77: System-20-Konfiguration

Localnet System 40 dient zur hochwertigen, schnellen Kommunikation zwischen Rechnern. Die System-40-PCU arbeitet mit 16 Bit Mikroprozessor (8086) und hat DMA-Schnittstellen zum Anschluß gewisser Rechnertypen (z.B. PDP-11/40, VAX). Beim System 40 wird die Gesamtbandbreite in fünf 2.5Mbit/s Random Access Bereiche unterteilt. Die ebenfalls rechnerspezifische PCU-Software (IBM- und DEC-Betriebssysteme werden unterstützt) erlaubt, nach Sytek's Angaben, eine Prozeß-zu-Prozeß Übertragungsrate von 1 Mbit/s (incl. Protokollanpassung). System 40 wird in den USA ab 1983 lieferbar sein.

Die Protokoll-Hierarchie des System 20 ist in Abbildung 78 dargestellt. Die Ebenen 5 und 6 sind in der Network Monitor Station untergebracht.

- VIRTUAL TERMINAL
- FORMAT TRANS-
LATION
- END-TO-END
ENCRYPTION

S M P
SESSION MANAGEMENT
PROTOCOL

R S P
RELIABLE STREAM
PROTOCOL

P T P
PACKET TRANSPORT
PROTOCOL

L A P
LINK ACCESS
PROTOCOL

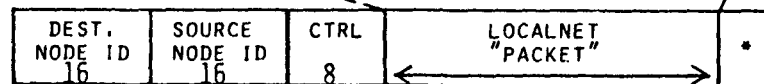
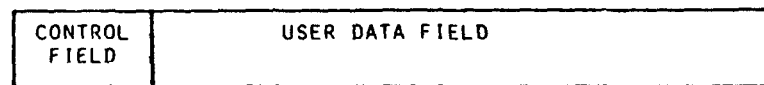
6

5

4

3

2



← HDLC FRAME →

Abbildung 78: System 20 Protokoll-Hierarchie

Die Benutzerschnittstelle innerhalb der PCU bietet dreierlei Dienstleistungen:

Asynchronous Access Protocol dient zum Betreiben asynchroner Terminals. Es arbeitet entweder im Data Transfer Mode oder im Command Mode. Im Command Mode kann der Benutzer mit Hilfe einer User Command Language PCU-Parameter überprüfen bzw. verändern (z.B. Frequenz), Sitzungen eröffnen und abschließen usw. . Es sind vier parallele Sitzungen pro TBOX möglich.

Synchronous Access Protocol ist zum Betreiben synchroner Terminals geeignet, die X.25, BSC oder SDLC-Protokolle verstehen.

DMA Access Protocol dient zum Betreiben einer DMA-Schnittstelle eines angeschlossenen Minirechners (z.B. wird UNIBUS DMA-Transfer unterstützt).

4.4.2.3 Localnet Internetworking

1. Für Localnet PCUs, die an demselben logischen Kanal angeschlossen sind, ist volle Verbindungsfreiheit gegeben.
2. PCUs am selben Localnet Kabel, aber in unterschiedlichen logischen Kanälen können nur unter Zuhilfenahme der Store & Forward Dienste des "Interkanal Gateways" kommunizieren. Dieser Interkanal Schalter heißt Tbridge und hat 4 Frequency Agile Modems.
3. Entfernte Localnets kommunizieren untereinander über Tlink.
4. Der Übergang in paketschaltende Fernübertragungsnetze, wie z.B. TYMNET und TELENET, wird vom Tgate unterstützt. Tgate bietet "value added" Dienste wie Packet-Assembly-Disassembly (PAD) oder Protocol Translation (Abbildung 79/b).

Abbildung 79 zeigt die Gateway-Möglichkeiten von Localnet.

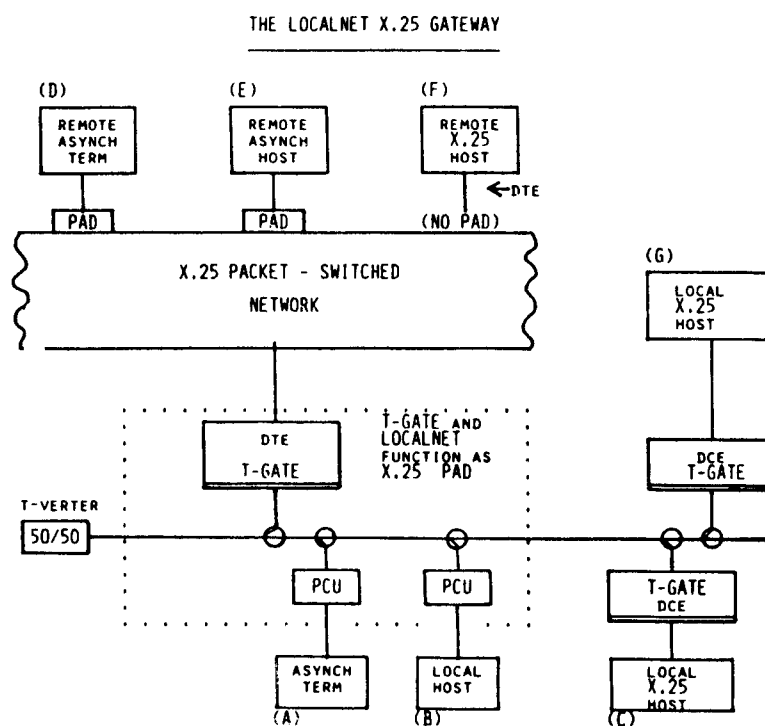
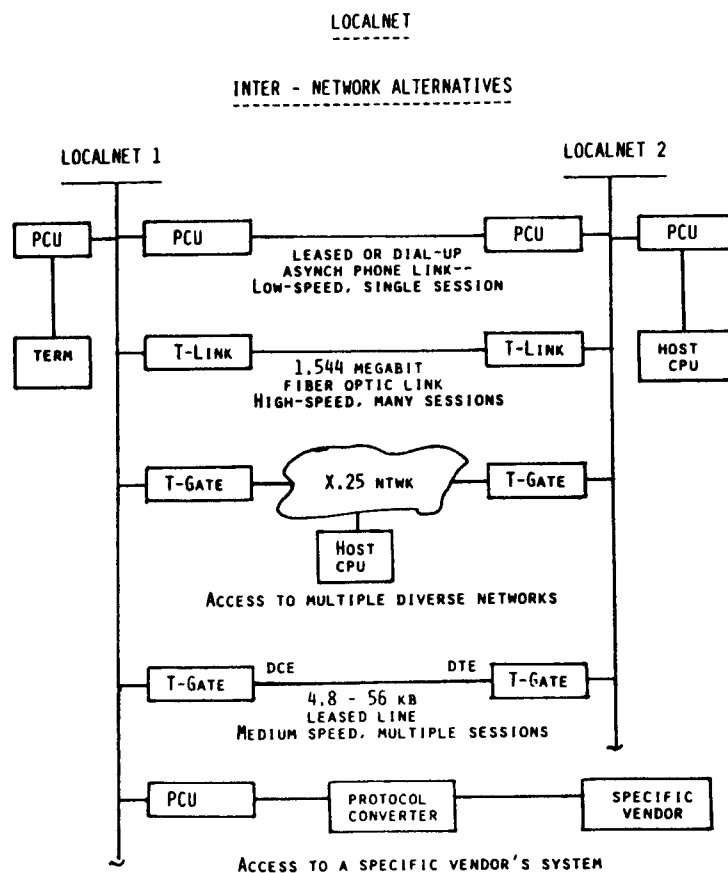


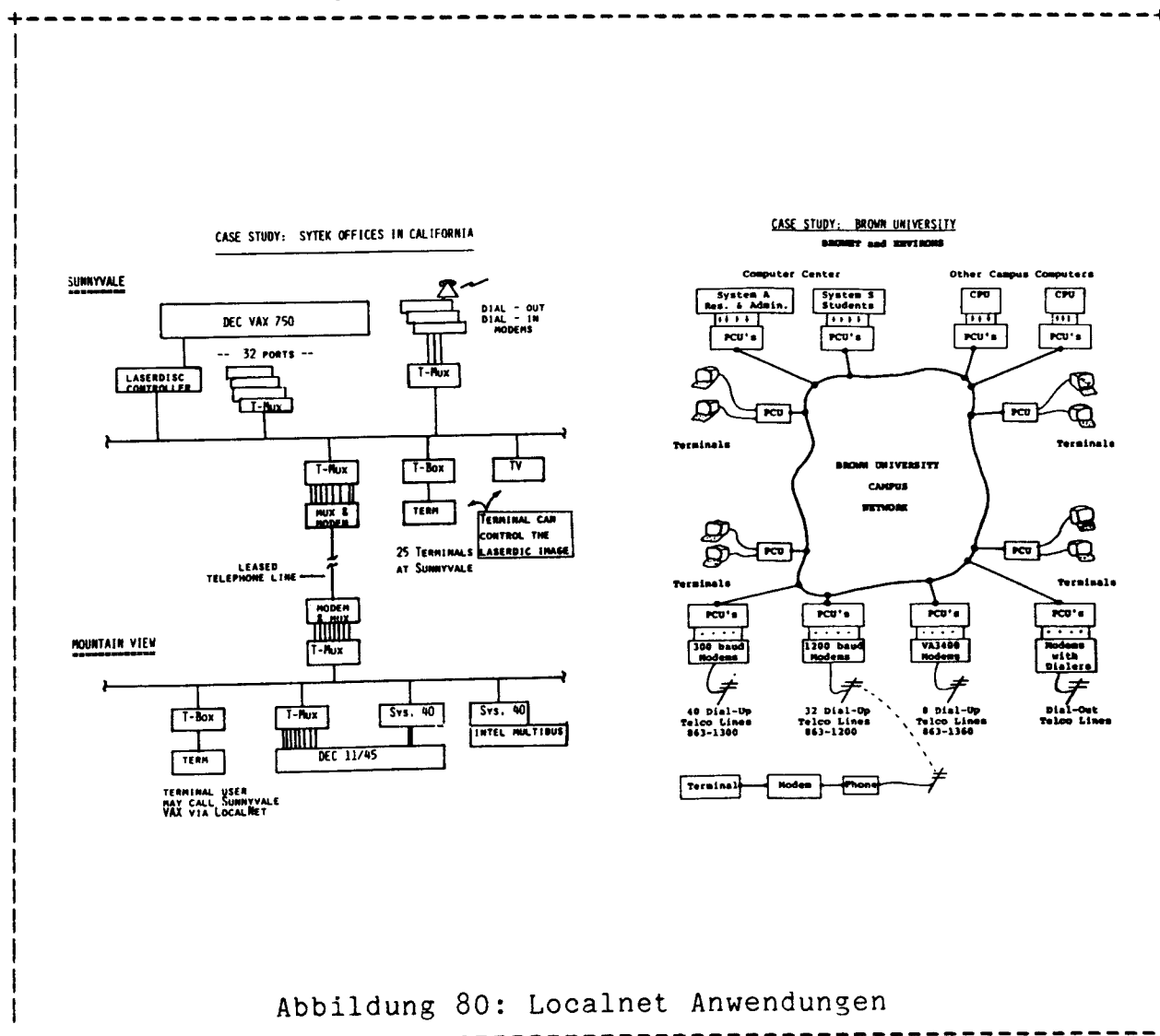
Abbildung 79: Localnet Gateways

4.4.2.4 System Analyse

Sytek bietet kein integriertes Netz an (mit vollem Repertoire von Endgeräten, Arbeitsplatzsystemen, Speicher- und Druckerstationen usw.). Die Firma versucht die Fähigkeit des Breitbandnetzes, das ein transparentes Übertragungsnetz ist, mit zusätzlichen "value added" Dienstleistungen aufzuwerten. Unter diesem Aspekt bietet Localnet mehr als Wangnet's Interconnect-Band (welches mit Localnet vergleichbar ist). Derzeit fehlt aber jede Audio- oder Video-Fähigkeit im Localnet-Angebot. Mit 24000 insgesamt möglichen Anschlüssen übersteigt Localnet die Kapazität von Ethernet, das 1024 Geräteanschlüsse zuläßt, jedoch ist die Verbindungsfreiheit innerhalb von Localnet eingeschränkt.

Sytek hat die Absicht Gateways herauszubringen zum Anschluß an IBM-Terminal-Kontrolleinheiten und sogar zum Direktanschluß an den Kanal. Ebenfalls plant die Firma, ein 10 Mbit/s-Modem mit Ethernet-Schnittstelle zu entwickeln, um Ethernet-Geräte an das Breitbandnetz anschließen zu können. Sobald all diese Fähigkeiten verfügbar sind, wird Localnet als starker Konkurrent für Basisbandnetze am Markt auftreten.

In Abbildung 80 sind einige bereits installierte Localnet Systeme als Referenzen dargestellt.



4.5 RING-NETZE

4.5.1 CAMBRIDGE RING

4.5.1.1 Steckbrief Polynet

Anwendungsbereich: Ausbildung, Forschung

Anwendungszweck: Datenübertragung

Kommerzielle Verfügbarkeit: Das integrierte Netz ist ein Marktprodukt.

Referenzanwendungen: University of Cambridge, University of Kent, University College London, Logica Ltd, Queen Mary College usw.

Topologie: physikalischer Ring

Physikalische Eigenschaften: 10 MBit/s Übertragungsrate, 4 MBit/s effektive Datenrate, max. 2 km Entfernung, max. 256 Stationen

Vermittlungstechnik: Paketvermittlung

Zugangsmethode: Empty Slot-Verfahren

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: Schnittstellen für DEC-Rechner in Entwicklung

Gateway-Funktionen: Gateway zum englischen Postnetz in Entwicklung

Protokolle:

Ebene 1:	Access Box
Ebene 2:	Basic Block Protocol
Ebene 3:	Byte Stream Protocol
Ebene 4:	Single Shot Protocol
Ebenen 5,6:	unterschiedliche Server mit speziellen Programmen
Ebene 7:	Interactive Terminal Protocol (Kent)
	Remote Job Entry Protocol (Kent)

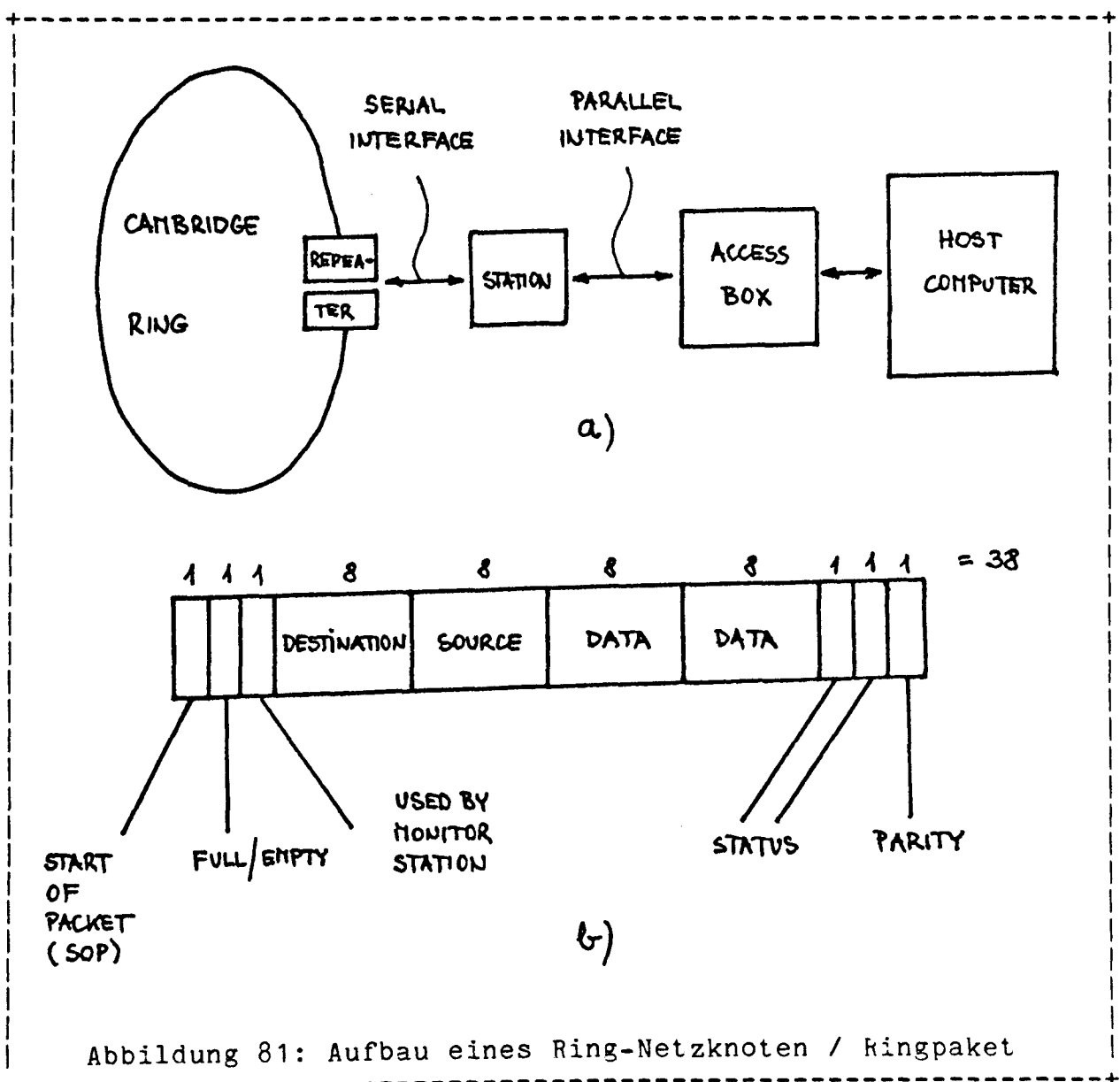
Preisangaben: (The Yankee Group, 1981)

Ring Station + Access Box :	800	Pfund Sterling
Monitor Station :	2800	- " -
Power Supply :	500	- " -
LSI-11 Interface :	400	- " -
PDP-11 DMA-Interface :	3500	- " -

4.5.1.2 Systembeschreibung Polynet

Cambridge Ring ist vom Computer Laboratory der Universität von Cambridge, England in der Zeit von 1976 bis 1978 aufgebaut worden. Seit dieser Zeit ist das System mehrmals reproduziert worden. Mehrere Forschungseinrichtungen in England arbeiten mit lokalen Netzen vom Typ Cambridge Ring (University of Kent, Queen Mary College, University College London usw.). 1980 übernahm Logica Ltd. die gesamte Hardware und die grundlegenden Software-Teile des Cambridge Rings und entwickelte daraus das Marktprodukt Polynet. Logica Ltd. erhielt vom Science Research Council in England den Auftrag, 10 Ringe mit insgesamt 72 Knoten an englischen Universitäten zu implementieren.

Polynet ist ein physikalischer Ring, der nach dem "Empty Slot" Verfahren arbeitet. Ein Slot oder ein Minipaket besteht aus 38 Bits (Abbildung 81/b), von denen nur 2 Bytes Nutzdaten sind. Wegen dieses mehr als 50%-igen Overhead ergeben sich nur 4 MBit/s als effektive Übertragungsrate aus 10 MBit/s Schnittstellen- und Leitungsgeschwindigkeit.



Das Konzept ist ein Distributed Computing System nach dem Processor Pool Modell (Kapitel 2.2.7.5). Nach diesem Konzept gibt es Instanzen, die allgemeine Dienstleistungen anbieten, sowie Benutzer, die diese in Anspruch nehmen. Server und Klienten sind logisch getrennt (meistens auch physikalisch von einander entfernt) und kommunizieren über den Ring gemäß Cambridge Basic Block Protocol (BBP) und den darauf aufbauenden höheren "single shot" Transaction Protocols. Als Folge des Austausches von kurzen Minipaketen (dies ist der einzig mögliche Kommunikationsablauf) sind diese Transaction Protocols streng verbindungslose, sog. idempotente Protokolle. Die Kommunikation ist eine Folge von Anforderungen des Klienten und der darauf folgenden Antworten des Servers. Mehrmals wiederholte Anfragen, im Falle eines Fehlers, erhalten immer dieselbe Antwort. Die Transaktionen sind also völlig unabhängig. Der Vorteil dieser (auf allen Hierarchie-Ebenen wiederholten) Organisation ist, daß Server und Klienten zu jeder Zeit abgeschaltet und wieder eingeschaltet werden können, die Fehlerbereinigung erfolgt durch kurze Timeouts.

Server sind meist in getrennten Stationen mit dedizierten Prozessoren untergebracht, Klienten sind die Arbeitsplatzsysteme und die Prozessoren im Prozessor-Pool. Die Server nehmen auch oft gegenseitig Services voneinander in Anspruch.

Entscheidende Elemente in Polynet sind das Arbeitsplatzsystem, die Monitorstation, der File-Server und der Name-Server.

Als Arbeitsplatz wurde der bereits existierende, mit dem 8080 Mikroprozessor und 64K Speicher arbeitende, mit alphanumerischem Schirm ausgerüstete, standalone Word Processor VTS-100 genommen. Die Software wurde leicht modifiziert, um (statt Floppy) die verteilten Ring-Ressourcen ausnutzen zu können.

Der File-Server wurde von Logica Ltd. entwickelt. Er besteht aus einem Intel 8086 Mikroprozessor und aus einer 30 Mbyte Platteneinheit. Er arbeitet mit UNIX-ähnlichen Files; seine Funktionen sind: -Suche Filename, antworte mit File-ID; -Lese Teil des Files; -Schreibe Teil des Files.

Die einzelnen File-Zugriffe sind unabhängig und zu jeder Zeit wiederholbar; es werden keine Status-Informationen über File-Zugriffe hinweg beibehalten oder Ressourcen reserviert, da keine dauerhafte Verbindung zwischen dem File-Server und seinem Klienten besteht. Es existieren hier keine der sonst bekannten Begriffe und Prozeduren wie "Open File", Modifizieren des geöffneten Files, "Close File". Nur der File-Server verwaltet Directories, nicht die Klienten, die die Besitzer der Files sind. Directories sind hierarchisch, baumförmig organisiert.

Der Name-Server erhält eine Anfrage in Form eines Name-String und antwortet mit der Ring-Adresse. Seine Adresse ist die einzige bekannte, bei jeder Station im PROM eingetragene Adresse am Ring.

Der Login-Server überprüft die Berechtigung einer jeden Transaktion zwischen Server und Klient aufgrund eines Schlüsselwortes.

Der Spool-Server ermöglicht Aktivitäten, die wesentlich länger dauern als die Dauer einer durchschnittlichen Transaktion (z.B. Drucken eines Files). Deren erfolgreiche Durchführung kann nicht

mit der einfachen Timeout-Technik überprüft werden, jedoch sind sie mit dem datagrammartigen Ring-Service abzuwickeln. Dies geschieht durch die Abkopplung der Auftraggebung von der Resultat-Rückmeldung.

Der Document-Server koordiniert den parallelen Zugriff mehrerer Klienten auf denselben File.

Der Resource-Manager (auch ein Server) ist zuständig für die Zuordnung von Prozessoren aus dem Pool an anfordernde Klienten. Der Klient meldet seinen Anspruch an, indem er den Maschinentyp (eine Liste von Attributen), den Namen des zu ladenden Programms (Bootstrap Image) und die Benutzungszeit angibt. Der Resource-Manager versucht anhand seiner Tabellen eine freie Maschine zu finden, die mindestens die angegebenen Attribute besitzt. Der Boot-Server wird angewiesen, das gewünschte Programm zu laden, und damit ist der Auftrag erfüllt. Die geladene und gestartete Maschine möchte mit ihrem Benutzer in Beziehung treten, ist aber nicht in der Lage zu wissen, wer das ist. Deswegen weist der Benutzer schon bei der Auftragserteilung an den Resource-Manager auf einen kurzen Datenblock im File-Server hin, der der gestarteten Maschine auf Anfrage vom Pool-Prozessor übergeben wird. Während der angegebenen Benutzungszeit wird der Prozessor nicht unterbrochen, danach wird er für evtl. weitere Aufgaben freigegeben.

Laufende Entwicklungen bei Logica Ltd. zielen auf die Entwicklung von Ringschnittstellen für DEC Unibus- und Qbus-Maschinen (PDP, VAX, LSI), sowie ein Arbeitsplatzsystem mit Z80 Prozessor und CP/M Betriebssystem. Ein Gateway ist in Entwicklung zum Übergang ins englische öffentliche Fernübertragungsnetz British Telecom (Projekt Albert).

4.5.1.3 Weitere Cambridge Ring Systeme

<158> und <134> sind die Beschreibungen des originalen Cambridge Ring. Im Prozessor-Pool sind sechs Computer Automation LSI4 Minirechner zu finden. Die Boot-, Resource- und Session-Server sind in Algol 68 programmiert worden und laufen auf Z80-Maschinen. Das System an der Universität von Cambridge besitzt umfangreiche Fähigkeiten, die in einer Software-Entwicklungs-Umgebung benötigt werden: Deadman's Handle (zum Entdecken der Fehlfunktion eines im Pool laufenden Programms noch bevor die Zeitgrenze abgelaufen ist), Virtual Terminal Protocol, Debugging Hilfsmittel im Resource-Manager, Printing-Server, Time-of-Day-Server, Editing-Server (läuft in der Terminal Konzentration Maschine und ordnet jedes aktive Terminal einem Multiuser Editor Programm zu), Compiler Server.

Leslie u.a. beschreiben in <119> wie Telefongeräte über eine spezielle Ring-Schnittstelle (mit Sprach-Digitalisierer, Z80 Mikroprozessor und 200 Bytes Code) direkt am Ring angeschlossen werden können. Der Dial-Server übernimmt die Funktionen der Telefonzentrale, indem er beim Wählen die Zielstation anspricht (klingelt), und, wenn dort der Hörer abgenommen wird, teilt er dem Anrufer die entsprechende Ringadresse mit. Sprach-Bytes werden ohne gepuffert zu werden und ohne Fehlerprüfung (kein

Prüfbit oder CRC) paarweise in Ringpakete verpackt übertragen.

Leslie <229> präsentiert die Hardware-, Software- und funktionelle Struktur eines Gateways zur Verbindung von Cambridge Rings untereinander.

Blair <169> hat Performance-Simulationen durchgeführt, um die optimale Anzahl gleichzeitig im Ring existierender Datenbytes festzustellen. Als Kompromiß zwischen Ring-Verzögerung (durch künstliche Verzögerung der Bits in einem Shift-Register in der Monitor Station) und Bandbreiten-Verlust ergibt sich für die beiden Belastungsarten (Bursty Traffic, File Transfer) 1 Minipaket mit 8 Datenbytes (anstelle der jetzigen 2 Bytes) als optimal.

Das University College London konzentriert seine Bemühungen auf die Verbesserung der Terminal-Unterstützung am Ring <120> und auf die Entwicklung eines Gateways <271> zum ARPANET und zum PSS (UK Post Office Packet Switched Services).

Der Ausbau des Ringes der Universität von Kent <225>, <270>, <121> ist in Abbildung 82 dargestellt, die Protokoll-Hierarchie ist in <206> beschrieben.

Weitere Cambridge-Ring-Abkömmlinge sind: LINOTYPE-PAUL für Photo-Setzmaschinen in Druckereien und ORBIS für die Anwendung in der Ausbildung.

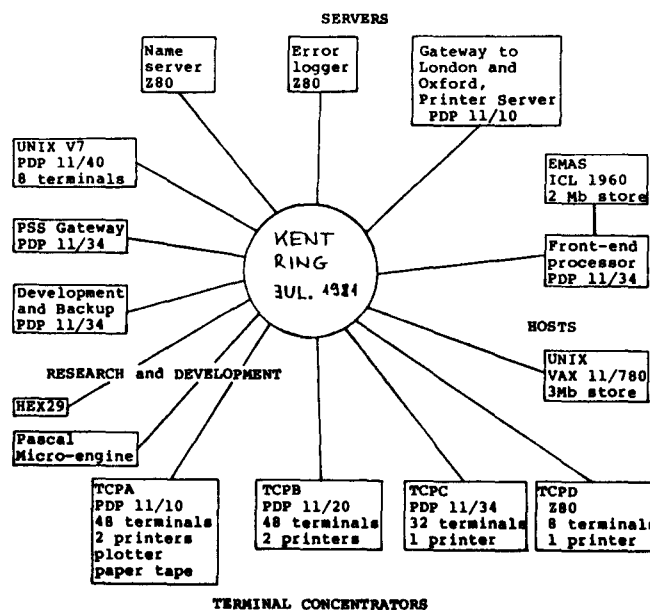


Abbildung 82: Der Kent Ring

4.5.1.4 Ring-Netze von Prime, Hasler und IBM

Primenet: In diesem 8 Mbit/s Ring mit Koaxkabel zirkuliert der Token unregelmäßig in einer Richtung. Eine sendewillige Station muß abwarten bis der Token bei ihr vorbeikommt, dann darf sie eine Informationsmenge von max. 2 kBytes in den Ring einspeisen. Dieses (lange) Ringpaket enthält Ziel- und Quelladresse, CRC, ACK-Feld und am Ende als Trailer wieder den Token. Dieses Token-Verfahren unterscheidet sich also vom Verfahren des Cambridge Ring, bei dem mit kurzen Ring-Paketen von fester Länge und ohne CRC (mit einem Paritätsbit) gearbeitet wird. Ein weiterer charakteristischer Unterschied ist, daß in der Primenet-Software grundsätzlich eine verbindungsorientierte Prozeß-zu-Prozeß Kommunikation gewährleistet wird (Virtual Circuit Service) unter dem Namen Prime Interprocess Communication Facility, IPCF.

Wichtige Software-Komponenten sind noch: Interactive Terminal Support (ITS) und File Access Method (FAM) (Abbildung 83/b). Primenet Series of RJE Emulation Packages erlaubt Ring-Benutzern Batch-Kommunikation mit CDC, IBM und Univac Betriebssystemen. Primenet ist vollkompatibel mit X.25 Netzen, und hat Übergangsmöglichkeiten zu TELENET (USA) und zu DATAPAC (Canada).

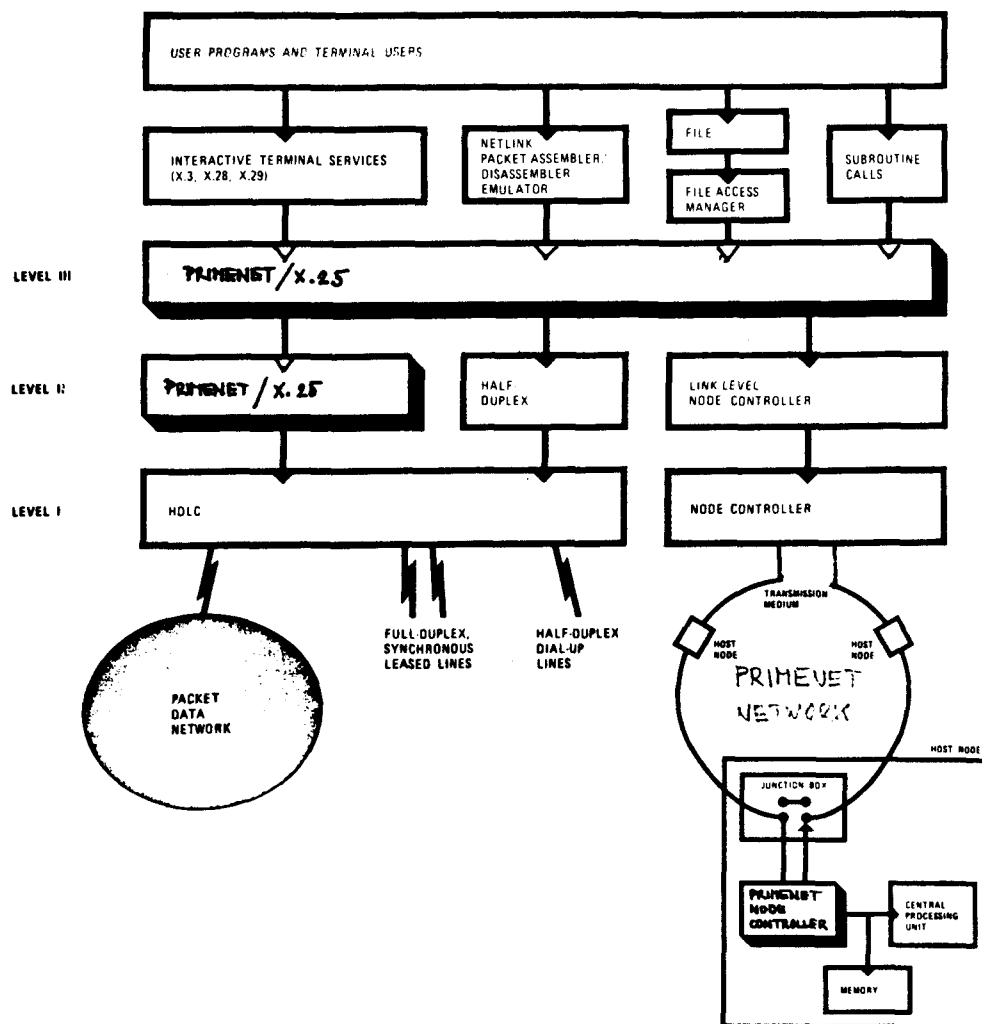
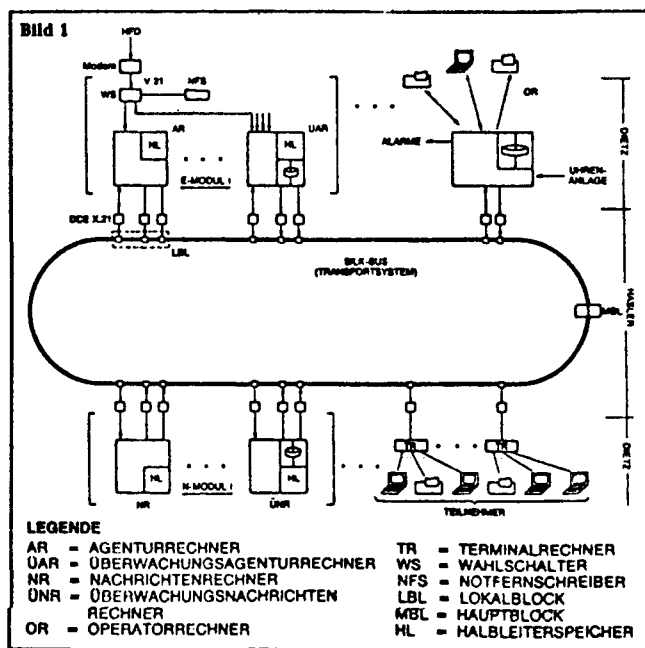


Abbildung 83: Primenet-Knoten / Protokoll-Hierarchie

SILK ist ein Register-Insertion-Ringsystem für Sprach- und Datenübermittlung des Telekommunikations-Unternehmens Hasler AG <38>. Der Doppelring arbeitet mit 16MBit/s brutto und mit 11MBit/s netto Übertragungsrate. Er ist nur mit standardmäßigen Schnittstellen ausgerüstet (X.21, 48kBit/s, duplex). Die Firmen Dietz (System-Hardware und -Software) und PSI (Anwendungssoftware) haben das Transportsystem SILK mit einer Vielzahl anwendungsorientierter Endgeräte ausgerüstet (Rechnerstation, Archivstation, Bedienplatz, Prozeßüberwachungsstation, Film- und Diaabtaster, Magnetbandaufzeichnungsanlage, Operator-Arbeitsplatz usw.); so entstand ein integriertes lokales Netz MEDIA. Die Pilotanwendungen in Deutschland sind: SILK als Fernwirksystem in einem Fernsehstudio und IDA, das Textkommunikations- und Nachrichtenverteilungssystem der Agentur Deutsche Welle <42>, <91>.



Systemübersicht

Abbildung 84: Pilotprojekt IDA

IBM's Series/1 Ring wird eine von mehreren LAN-Lösungen der Firma sein. Mit dem S/1 Local Communication Controller ist es möglich, sechzehn S/1 Personal Computer in einem 2 Mbit/s "Register Insertion"-Ring zusammenzuschließen, bei dem die Stationen mit Koaxkabel über 3 km verbunden werden können. Bisher sind Anwendungen für Prozeßüberwachung und Datenerfassung registriert. Das Netz ist für Büroautomation nicht besonders geeignet.

IBM hat Bell beauftragt, das verteilte Betriebssystem für den Series/1 Ring zu erarbeiten. Bell hat die Aufgabe mit Hilfe seines UNIX Betriebssystems gelöst und SODS/OS (Series One Distributed System / Operating System) bzw. SODS/FS (/ File System) entwickelt <109>. SODS/OS ist nach dem Objekt Modell (siehe Kap. 2.2.7.5) des verteilten Betriebssystems aufgebaut. Prozesse, die völlig positionsunabhängig (und auch knotenunabhängig) sind, bestehen aus einem Code-Teil und aus einer Capability-Tabelle, die ausschließlich vom Betriebssystem verwaltet wird. Exchanges sind Mittel, mit denen das Betriebssystem die Interprozeß-Manipulationen durchführt. Ein Prozeß muß gewisse Capabilities aufweisen, um sich an einen Exchange wenden zu können.

Der 4Mbit/s synchrone, Twisted-Pair-, Token-Ring des IBM Research Laboratory Zürich wird oft als Zürich Ring bezeichnet <218>. Das Netz besteht aus zwei Ebenen. Ringe bilden Subnetze, die durch einen zentralen Packet-Switching-Knoten (Block Switch genannt) in ein Gesamtnetz integriert werden (Abbildung 85). In <222> findet man die Beschreibung der Hardware der Ring-Schnittstelle, in <267> die Funktionsweise des Block Switch, der auch als Gateway funktioniert und in <234> die Untersuchung des Token Ring Protocol.

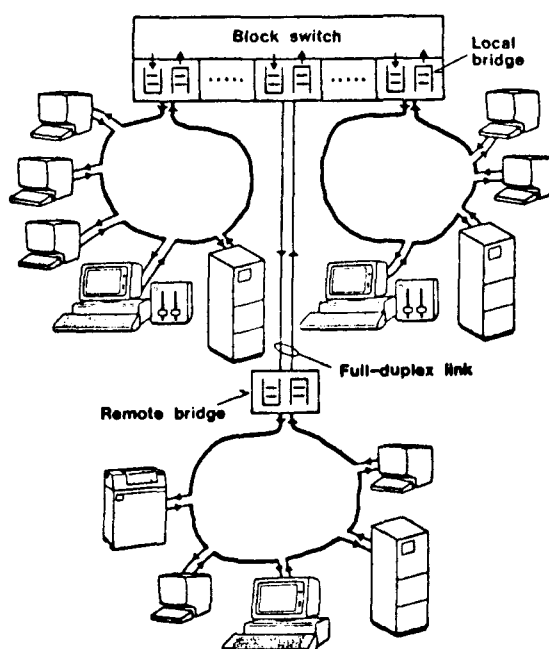


Abbildung 85: Zürich Ring

IBM's erster offizieller Schritt in Richtung lokaler Rechnernetze ist bald zu erwarten <192>. Vorhergesagt wird ein Twisted-Pair-Token-Ring mit weniger als 10 Mbit/s Rate, wobei Maschinen der Serie 4300 als Distributed Processing Maschinen eingesetzt werden <305>.

4.6 VERNETZUNG VON MIKRORECHNERN UND PERSONALRECHNERN

4.6.1 Z-NET VON ZILOG

4.6.1.1 Steckbrief Z-Net

Anwendungsbereich: Büro, Ausbildung, Forschung

Anwendungszweck: Datenübertragung

Kommerzielle Verfügbarkeit: Marktprodukt

Referenzanwendungen

Topologie: Broadcast-Bus

Physikalische Eigenschaften: Basisband-Technik, Koaxkabel, 800 kBit/s, max. 2km Distanz, max. 255 Stationen

Vermittlungstechnik: Paketvermittlung

Zugangsmethode: CSMA/CD

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: --

Gateway-Funktionen: --

Protokolle:

Ebenen 1,2,3: Schnittstellen-Platine

Ebene 3: Packet Delivery Service

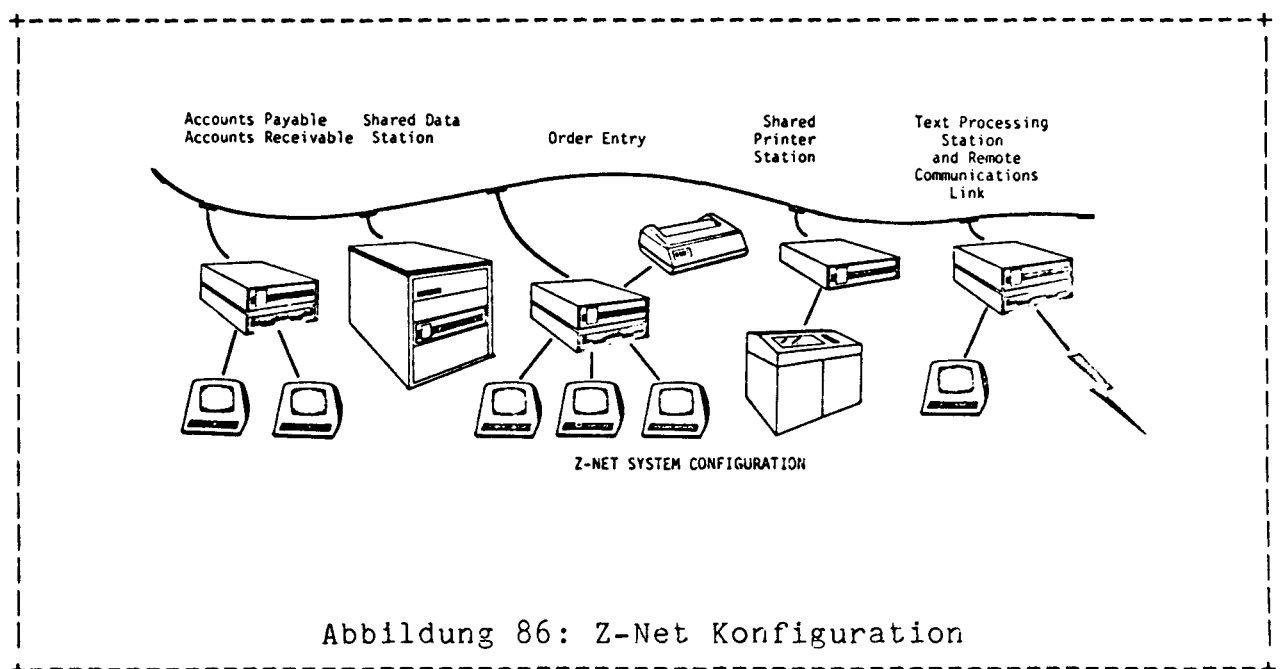
Ebene 4: Packet Transfer Protocol

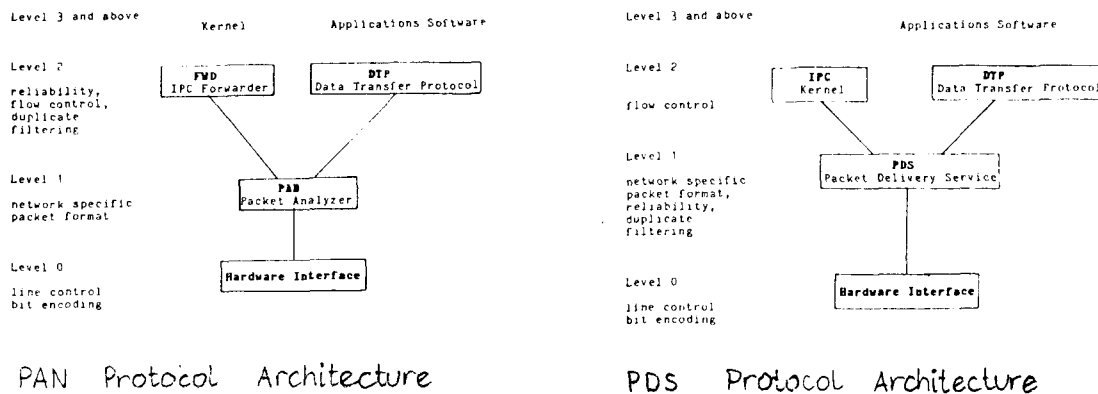
Preisangaben: --

4.6.1.2 Systembeschreibung

Mit Z-Net <141> kann man Zilog MCZ-2 Mikrorechner vernetzen (Z80 Mikroprozessor, 64K RAM, V.24 serielle Schnittstelle, parallele Schnittstelle, Floppy). Das Netz ist ein Ethernet-ähnliches, Basisband-, CSMA/CD-, Koaxkabel-System von 2km Länge mit maximal 255 Stationen, die mit einer Rate von 800 kBit/s übertragen können (Abbildung 86).

RIO/CP ist ein Ein-Benutzer, multitasking Betriebssystem, in dem Prozesse parallel laufen und miteinander über Messages verkehren können. Es arbeiten gleichzeitig zwei File-Systeme im Netz: FFS, ein Floppy-orientiertes Personal-File-System und SDM, ein Winchester Hard Disc-orientiertes verteiltes File-System, bei dem mehrfacher, konkurrierender File-Zugriff durch einen "Interlock Mechanismus" auf Record-Ebene kontrolliert wird <142>. Z-Net hat keine dedizierte Hardware als Kommunikationseinheit (lediglich einen Transceiver, der die Station an das Kabel ankoppelt), diese Funktionen werden von der CPU übernommen, so daß Benutzerprogramme, Betriebssystemkern und Kommunikationssoftware sich die CPU teilen müssen. Auf diese Weise wurde ein kostengünstiger Netzanschluß erreicht. Als Folge davon mußte man die Kommunikationssoftware auf "Processing" und nicht auf "Übertragung" optimieren. Umfangreiche Performance-Messungen bei Zilog <202> zeigten, daß die ursprüngliche Kommunikationssoftware (Packet Analyser, PAN) den Erwartungen nicht entsprach. In PAN waren die einzelnen Funktionen als getrennte Tasks realisiert, die durch Supervisor Calls über den Kernel miteinander kommunizierten. PAN hat mit einem einfachen Datagram-Service gearbeitet, und Fehler- bzw. Flußkontrolle wurde erst auf den höheren Ebenen durchgeführt. Es war notwendig, die gesamte Kommunikationssoftware wieder neu zu entwickeln und PAN durch PDS (Packet Delivery Service) zu ersetzen. PDS, die neue Version, enthält die Basisfunktionen als Unterprogramme in einer Library. Ein zuverlässiger Datagram-Service ist schon auf der unteren Ebene realisiert; dadurch werden die höheren Ebenen von den Unregelmäßigkeiten der Kommunikation weitgehend abgeschirmt.





PAN Protocol Architecture

PDS Protocol Architecture

Abbildung 87: Zwei Mikrorechner-Protokoll-Architekturen

Das Ergebnis des Performance-Vergleiches ist in Abbildung 88 abzulesen. Als Verkehrsmuster wurden 64-Bytes-Pakete in zufallsbedingten Zeitabständen von im Mittel 100-1000 msec von allen Stationen geschickt.

	Mean Compute Interval in ms	Average Response Time in ms		% Give Ups	
		PAN	PDS	PAN	PDS
1000		188.4	24.2	1.02	0.02
900		194.9	24.4	1.45	0.02
800		198.4	24.9	1.68	0.02
700		208.9	26.2	1.55	0.00
600		229.6	27.6	2.53	0.03
500		287.4	29.6	4.76	0.04
400		315.2	30.2	5.67	0.03
300		381.7	35.2	7.34	0.07
200		803.3	42.6	69.40	0.10
100		1001.3	80.1	77.90	1.80

Abbildung 88: Performance-Vergleich

4.6.2 CLUSTER/ONE VON NESTAR

4.6.2.1 Steckbrief Cluster/One

Anwendungsbereich: Büro, Ausbildung

Anwendungszweck: Datenübertragung

Kommerzielle Verfügbarkeit: Marktprodukt

Referenzanwendungen: 20 in England

Topologie: Broadcast-Bus

Physikalische Eigenschaften: 16-adriges Flachbandkabel, 250 kBit/s, max. 254 Stationen, davon nur 64 Benutzerstationen, max. 500 m Entfernung

Vermittlungstechnik: Paketvermittlung

Zugangsmethode: CSMA/CD

Anschluß von Geräten fremder Hersteller: --

Gateway-Funktionen: --

Protokolle:

Preisangaben: 400 \$ / Adapter

4.6.2.2 Systembeschreibung

Wenn in einem Cluster/One-Netz ein Benutzer seinen Apple II Personalcomputer einschaltet, sucht das "Autostart-ROM-Programm" nach einer Platten-Kontroll-Platine unter den Peripherie-Platinen des Rechners und entdeckt die Netz-Schnittstelle, die ihm als Platten-Kontroll-Einheit erscheint. Die Netz-Schnittstelle wählt eine Platten-Einheit im Netz und bewirkt dort, daß ein Programm schrittweise in den Speicher des Apple II geladen wird. Der Benutzer bemerkt nur, daß ein Anmeldeformular am Schirm erscheint, wo u.a. einzugeben ist, mit welchem Betriebssystem (Apple DOS, Apple Pascal, CP/M) er arbeiten möchte und welches Schlüsselwort ihn dazu berechtigt. Bei schlüsselfertigen Lösungen ist es auch möglich, sofort und automatisch eine Systemfunktion oder ein Anwendungsprogramm aufzurufen. Der File-Server verwaltet einen File über das Benutzer-Profil jedes Benutzers, in dem die automatischen Anwendungs-Bootstrap- und Startup-Sequenzen enthalten sind. Sowohl Anwendungs- als auch Systemprogramme stellen eine Menu-Seite dar, in der man anwählen kann, welche Funktion als nächste durchzuführen ist.

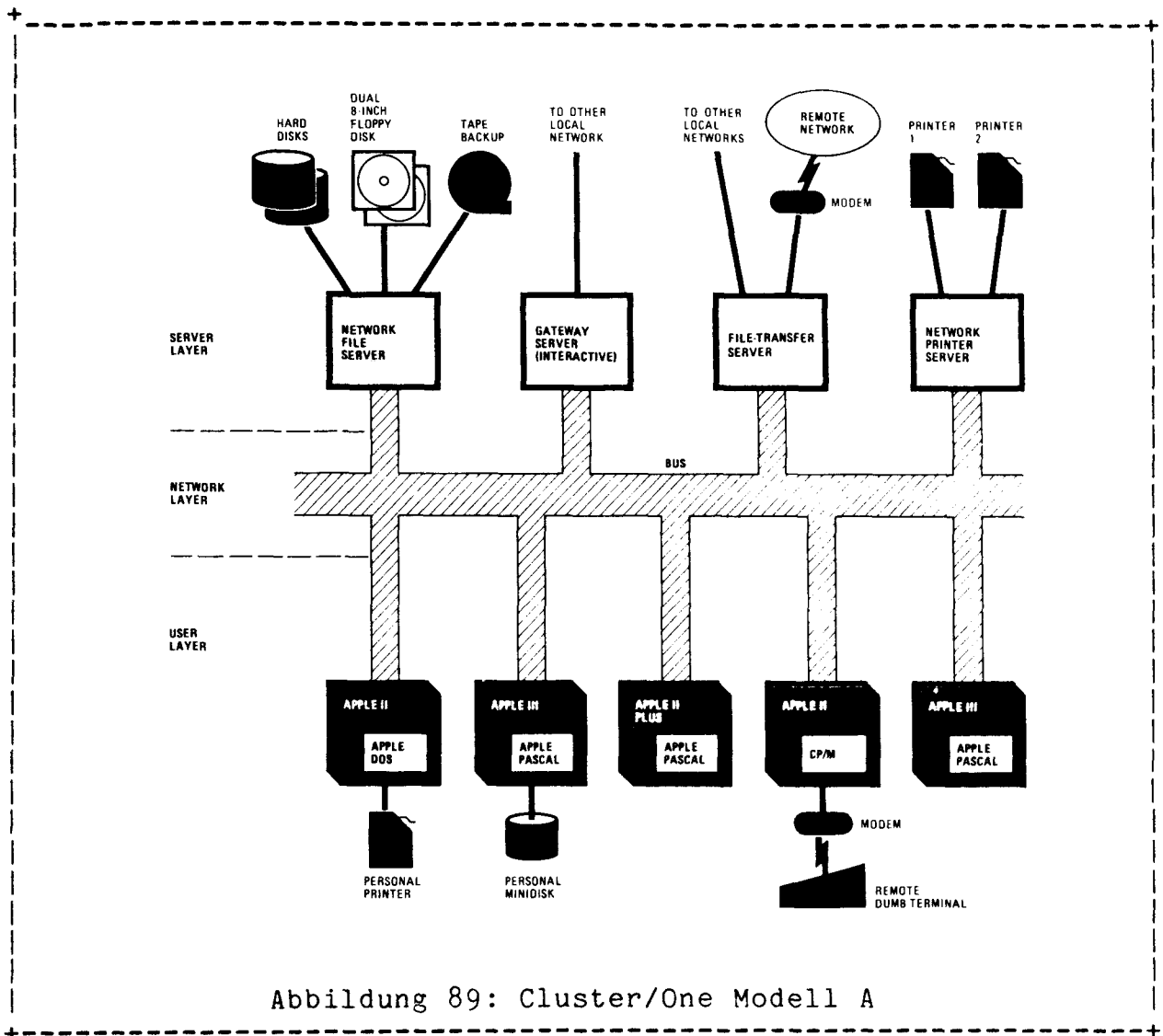
Der Nestar File Server (eine wichtige Komponente der Netz-Software) verwaltet mehrere Directories und virtuelle Platten, die in einer Baumstruktur organisiert sind <92>. Notice Board bietet eine "elektronische Anschlagtafel" für firmenweit nutzbare Information. Messenger ist ein Electronic Mail Programm, womit die Benutzer einander Notizen, Briefe und ganze Dateien schicken können. (Die Erfahrungen bei einer Pilotinstallation in Uxbridge zeigen, daß Benutzer zuerst ihre elektronische Post lesen und erst nachher die normale. In Uxbridge wird Cluster/One für Bürokommunikation und Software-Entwicklung eingesetzt.) Visicalc und Database Master sind Retrieval-Systeme, die von fremden Software-Häuser geschrieben wurden.

Der Time-of-Day-Server, eine Station mit Battery Backup, ermöglicht es, gespeicherte Dateien und gesendete Nachrichten mit einem Zeitstempel zu versehen. Der Modem-Server schließt entfernte Personalrechner ans Netz an und verbindet Cluster/Ones miteinander <300>.

Die gesamte Netz- und System-Software ist für den Benutzer völlig transparent. Durch diese Eigenschaft und die niedrigen Anschlußkosten (\$400/Anschluß) ist Cluster/One geeignet, in der Ausbildung verwendet zu werden. In einer Grundschule z.B. teilen sich die Schüler Peripherie, Unterrichts- und Spielprogramme und brauchen nicht jedes Programm manuell von Floppy zu laden, sondern alles erfolgt automatisch über das Netz <56>.

Das System gewährleistet volle Datenintegrität und Sicherheit gegen unberechtigten Zugriff. Beim Morris Decision Center in New York z.B. besitzen mehrere Dutzend Leute je ein viertel- bis ein Megabyte Plattenspeicher: sie können ihre Daten noch zusätzlich verschlüsseln, bevor sie zum File-Server geschickt werden <151>.

Etwa 20 Installationen sind bereits in England registriert worden, darunter bei der Central Computer & Telecommunications Agency der Regierung und beim National Computer Center in Manchester Netze mit mehr als 17 Arbeitsplätzen.



4.6.3 WEITERE MIKRORECHNERNETZE

Omninet von Corvus Systems <148> verbindet max. 64 Mikrorechner (verschiedene Arten von Apple II bis LSI/11) mit 1Mbit/s Geschwindigkeit für \$500 pro Anschluß. Die Kommunikationseinheit, hier "transporter" genannt, ist intelligent (Motorola MC 6801 Single Chip uP) und basiert auf dem MC 6854 Advanced Data Link Controller (ADLC) Chip. Ein Gateway-Server ist zum Übergang in Ethernet und in SNA vorgesehen.

SHINPADS von Sperry Univac (Shipboard Integrated Processing And Display System) ist ein äußerst "capable", "flexible", "extendable", "compatible" und sogar "survivable" Netz für militärische Anwendung <292>, <260>.

Infinet von Zeda Computers <149> ist das billigste Netzangebot mit insgesamt \$100 für das nackte 25 kBit/s Übertragungssystem. Maximal dreißig Mikrorechner können zu diesem Preis über RS 422 verdrehtes Kabel mit Hilfe von National 8250 UART Chips verbunden werden.

5.0 HERSTELLER-NETZE IM VERGLEICH: SNA, TRANSDATA, DECNET

Trotz der rapide wachsenden Bedeutung von Netzwerken gibt es bis heute noch keine Standardlösung für den Zusammenschluß von Systemen verschiedener Hersteller in einem heterogenen Netz.

Das ISO-Referenzmodell für offene Systeme mit seinen sieben Schichten gibt zwar einen Rahmen für die Spezifikation von Diensten und Protokollen für offene Systeme vor, jedoch existieren zur Zeit weder nationale noch internationale Normen für die ISO-Schichten 4 bis 7. Andererseits gibt es heutzutage Herstellernetzarchitekturen, die eigene, d.h. herstellerspezifische de facto-Normen verwenden. Im Sinne des ISO-Referenzmodells handelt es sich hierbei um "geschlossene" Netzarchitekturen, da keine freizügige Kommunikation zwischen Systemen verschiedener Hersteller möglich ist.

Es ist zu hoffen, daß die Herstellerarchitekturen sich in Zukunft auf der Basis von internationalen Normen angleichen und im Sinne des ISO-Modells zu "offenen" Systemen werden. Da dies jedoch ein sehr schwieriger und vor allem langwieriger Prozeß sein wird, andererseits aber heute herstellerspezifische Netze bereits in großer Anzahl betrieben werden, kann man mittelfristig nur von den heute angebotenen Produkten ausgehen und versuchen, die Herstellerarchitekturen zu öffnen, ohne sie selbst anzutasten.

Dies ist die grundlegende Philosophie der "Gateways" zu anderen Herstellernetzen und LAN's, wie sie kurz zum Schluß des Kapitels beschrieben werden.

Im Folgenden sollen die Rechnernetzkonzepte SNA von IBM, TRANSDATA von Siemens und DNA von DEC gegenüber gestellt und kritisch betrachtet werden. Alle drei Hersteller bieten nach eigenen Angaben Lösungen für die oben dargestellten Zielsetzungen.

Eine ausführliche Darstellung von SNA, TRANSDATA und DECNET würde den Rahmen dieser Untersuchung sprengen. Es werden deshalb nur die wichtigsten Merkmale in Stichworten erwähnt. Detaillierte Beschreibungen sind in der angegebenen Literatur enthalten. Soweit es möglich ist, wird für die vergleichenden Betrachtungen das ISO-Modell herangezogen.

5.1 SNA

5.1.1 SNA-HARDWAREKOMPONENTEN

Hardware-Komponenten eines SNA-Netzes sind die Hosts (Serie /370, 303X, 4300, 8100) mit den Betriebssystemen DOS/VS, OS/VS 1, OS/VS 2 (SVS) und OS/VS 2 (MVS), die Kommunikationsrechner 3705, sowie Cluster Controller und Terminals. Die Kommunikationsrechner treten als Local Communication Controller (Front-End-Rechner) oder als Remote Communication Controller (Datenstationsrechner) auf.

5.1.2 SNA-SOFTWAREKOMPONENTEN

Softwarekomponenten sind in den Hosts die Zugriffsmethoden ACF¹/VTAM und ACF/TCAM und für die Kommunikationsrechner das ACF/NCP.

Für Netze mit mehreren Hosts wird als Teil der jeweiligen Zugriffsmethode das Softwareprodukt Multisystem Networking Facility (MSNF) benötigt. Als Anwendungs-Subsysteme stehen u.a. zur Verfügung:

- TSO für den Time Sharing-Betrieb.
- JES2/NJE für den Stapel-Betrieb.
- NCCF - Network Communications Control Facility für das Netzoperating (nur bei VTAM).

5.1.3 MÖGLICHE SNA - NETZKONFIGURATIONEN

Die möglichen Netzkonfigurationen ergeben sich aus folgenden Verbindungsregeln:

- An einen Local Communication Controller können bis zu 4 Hosts angeschlossen werden.
- Ein Host kann mehrere Local Communication Controller betreiben.
- Jeder Local Communication Controller kann mit jedem anderen Local Communication Controller über DFÜ-Leitungen verbunden werden (beliebige Vermaschung).

¹ ACF = 'Advanced Communications Function' (Bezeichnung der Software ab SNA 3.0).

- Ein Remote Communication Controller kann an genau einen Local Communication Controller angeschlossen werden (keine Vermaschung).
- Hosts und Kommunikationsrechner können Cluster Controller und Terminals betreiben.
- In einem Host-Rechner können ACF/VTAM und ACF/TCAM gemeinsam betrieben werden. Der Prozessor repräsentiert dann zwei Hosts.
- Zwischen je zwei Prozessoren gibt es aktuell immer nur einen durch Generierung statisch festgelegten Weg.
- Jeder Prozessor erhält eine Subarea-Nummer, die Teil der Netzwerkadresse der zu dem Prozessor gehörenden Endbenutzer ist. Jede Subarea gehört zu einer Domain. Eine Domain wird durch einen Host, d.h. durch eine Zugriffsmethode repräsentiert.

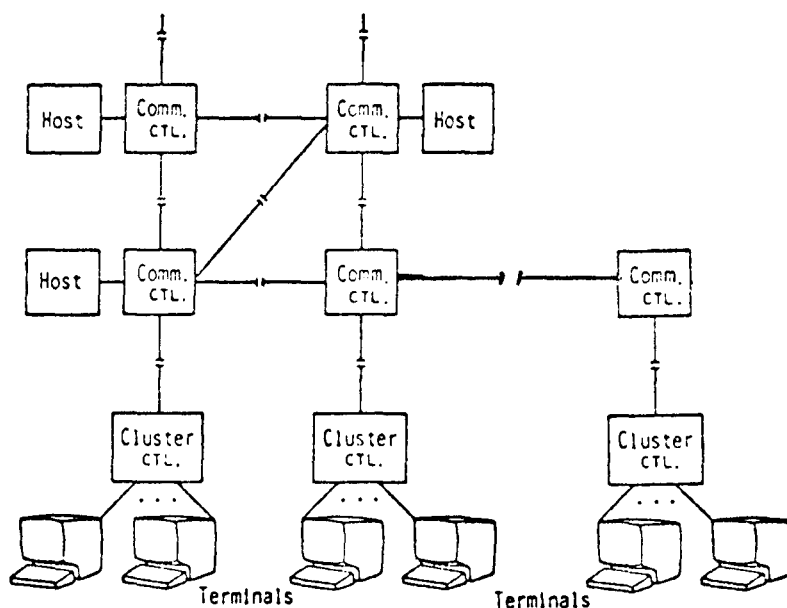


Abbildung 90: Mögliche SNA-Konfiguration

5.1.4 SNA - PROTOKOLLE IM VERGLEICH ZUM ISO - MODELL

Die Zuordnung der SNA-Protokolle zu den sieben Schichten des ISO-Modells ist auf folgende Weise möglich: (Abbildung 97)

Level 1: Kanalkopplungen und Datenfernübertragungsleitungen
(z.B. HfD)

Level 2: Link-Prozedur SDLC (asymmetrisch)

Level 3: Path Control

Aufgaben der Path Control sind

- Routing der Nachrichten
- Bevorzugter Transport von Expedited Flow-Nachrichten
- Segmentierung von Nachrichten
- Blocken von Nachrichten

Level 4: Transmission Control

Die Aufgaben des Levels 4 werden vom Connection Point Manager wahrgenommen.

Unter anderem sind das

- Erzeugung und Prüfung der Sequence Number
- Pacing (sessionspezifische Datenflußsteuerung)
- Verschlüsselung

Level 5: Session Control

Aufgaben der Session Control sind

- Auf- und Abbau von Verbindungen (Sessions) mit Unterstützung des System Services Control Point (SSCP). Der SSCP ist Teil der Zugriffsmethode.
- Error Recovery

Die Data Transfer Control des ISO-Levels 5 ist z.T. auf Level 6 angesiedelt.

Level 6: Function Management Services und Data Flow Control

Hier wird ein umfangreiches Repertoire an Protokollen zur Verfügung gestellt, das zum Teil über die Forderungen des ISO-

Modells hinausgeht.

Level 7: Benutzerspezifisch

Unabhängig vom ISO-Modell müssen noch die folgenden SNA-Eigenschaften erwähnt werden

- Fast alle Protokolle sind asymmetrisch (primary Partner, secondary Partner).
- Nachrichten werden in Form von Request/Response Units (RU's) ausgetauscht. Eine Response ist nicht nur eine Transportquittung, sondern kann Auskunft über eine auf Grund eines Requests erbrachte Leistung geben.
- Endbenutzer an Terminals und Cluster-Controller können jeweils nur eine Session unterhalten. Endbenutzer im Host können mehrere Sessions gleichzeitig betreiben.
- Parallele Sessions zwischen Anwenderprogrammen in den Hosts sind ab SNA 4 möglich.
- Die Protokolle ab Level 4 werden bis zu den Geräten (Terminals und Cluster-Controller) durchgereicht.

5.1.5 LEISTUNGEN DES SNA-NETZES

Leistungen eines SNA-Netzes sind

- Zugriff von Dialogstationen auf VTAM- oder TCAM-Anwendungen eines frei wählbaren Hosts (z.B. TSO).
- Remote Job Entry zu einem frei wählbaren Host (JES-2 oder JES-3).
- Kommunikation zwischen Anwenderprogrammen im gleichen oder in verschiedenen Hosts.
- Kommunikation zwischen Anwendungen im Host und Anwendungen in Cluster-Controllern.
- Netzweite Administration mit NCCF (nur bei VTAM ab SNA 3).
- Weitergabe von Jobs zu anderen Hosts bei Einsatz von JES2/NJE.

5.2 TRANSDATA

5.2.1 TRANSDATA - HARDWAREKOMPONENTEN

Hardwarekomponenten eines TRANSDATA-Netzes sind die Hosts (Serie 4004 und 7.000 mit den Betriebssystemen BS1000 und BS2000), die Kommunikationsrechner der Serie TRANSDATA 960 und Datenstationen.

Bei den Kommunikationsrechnern werden Datenübertragungsvorrechner (TRANSDATA 968X), Netzknotenrechner (TRANSDATA 967X) und Datenstationsrechner (TRANSDATA 966X) unterschieden.

5.2.2 TRANSDATA - SOFTWAREKOMPONENTEN

Softwarekomponenten sind in den Hosts die Data Communication Methods (DCM) für das Betriebssystem BS2000 und auf der Seite der Kommunikationsrechner das Programmsystem für Datenübertragung und Netzsteuerung (PDN).

Zu DCM gehören:

- Basic Communication Access Method (BCAM) als Basiszugriffsmethode.
- Remote Batch Access Method (RBAM) für die Stapelfernverarbeitung.
- Terminal Interactive Access Method (TIAM) für den Teilnehmerbetrieb.
- Data Communication Access Method (DCAM) für den Teilhaberbetrieb.
- Virtual Terminal Support (VTSU) für die geräteunabhängige Kommunikation mit Dialoggeräten. VTSU kann von TIAM und DCAM benutzt werden.

PDN wird repräsentiert durch das

- Datenübertragungs- und Netzsteuerprogramm (DNSP) als Betriebssystem für die Kommunikationsrechner.

5.2.3 MÖGLICHE TRANSDATA NETZKONFIGURATIONEN

Mögliche Netzkonfigurationen ergeben sich aus folgenden Regeln:

- Hosts kommunizieren über Kanalkopplung mit anderen Hosts oder Datenübertragungsvorrechnern. Alle anderen Kopplungen benutzen DFÜ-Leitungen.
- Netzknotenrechner sind an mindestens einen Datenübertragungsvorrechner angeschlossen.

- Datenübertragungsvorrechner sind an mindestens einen Host angeschlossen. Datenübertragungsvorrechner können miteinander verbunden werden.
- Datenstationsrechner können an Netzknotenrechner oder Datenübertragungsvorrechner angeschlossen werden.
- Alle Kommunikationsrechner können Datenstationen betreiben.
- Es sind beliebige Vermaschungen möglich. Es gibt jedoch zwischen je zwei Prozessoren immer nur einen durch Generierung statisch festgelegten Weg.
- Jeder Prozessor erhält eine Nummer zwischen 0 und 31, die Teil der Netzwerkadresse der zu dem Prozessor gehörenden Endbenutzer (Stationen) ist. Ein Prozessor kann mehr als eine Nummer erhalten. Mehrere Prozessoren können zu Regionen zusammengefaßt werden, um die Beschränkung auf 32 Prozessoren zu vermeiden.

5.2.4 TRANSDATA - PROTOKOLLE IM VERGLEICH ZUM ISO-MODELL

Eine Zuordnung der TRANSDATA-Protokolle zu den sieben Schichten des ISO-Modells kann auf folgende Weise getroffen werden:

Level 1: Kanalkopplungen und Datenfernübertragungsleitungen
(z.B. HfD).

Level 2: Link-Prozedur HDLC in symmetrischer Auslegung

für die Übertragung zwischen den Kommunikationsrechnern und außerdem

- NEA² -Link-Protokoll für die Kanalkopplungen
- Basic Mode Prozeduren (z.B. MSV1, MSV2) für die Datenstationen.

Mit Hilfe des im Rahmen des Link Levels implementierten Port-Konzepts wird auch eine Datenflußsteuerung durchgeführt.

Level 3 und 4: Transportsteuerung in BCAM und im DNSP.

Aufgaben der Transportsteuerung sind

- Routing der Nachrichten (Level 3).
- Bevorzugter Transport von Eilmeldungen (Level 3),
- Blocken von mehreren Nachrichten (Level 3), jedoch nur beim NEA-Link-Protokoll.

² NEA = Netz Architektur

- Transport End to End-Kontrolle durch Transportquittungen (Level 4).

Segmentieren von Nachrichten ist nicht vorgesehen, d.h. eine Nachricht wird vom Absender bis zum Empfänger immer in ihrer vollen Länge transportiert.

Die auf Level 4 des ISO-Models vorgesehene Transportkontrolle über sequence numbers ist bei TRANSDATA zwar möglich, muß aber vom Endbenutzer (Level 7) durchgeführt werden.

Level 5: Verbindungssteuerung in BCAM und im DNSP.

- Die Verbindungssteuerungen treten im TRANSDATA-Netz als Endbenutzer auf. Sie erlauben den Anwendungsprozessen in den Hosts und den Datenstationen und Anwendungsprozessen der Kommunikationsrechner, Verbindungen herzustellen und wieder abzubauen. Zu diesem Zweck werden spezielle Nachrichten zwischen den beteiligten Verbindungssteuerungen ausgetauscht. Den Endteilnehmern selbst werden von den Verbindungssteuerungen (soweit sinnvoll) nur die Gerätecharakteristika und die Auswahl eines speziellen Protokolls (abhängig von der Zugriffsmethode) für die höheren Level mitgeteilt. Außerdem wird festgelegt, wer mit der Datenübermittlung beginnen darf.

Der Teil des ISO-Levels 5, der sich mit der Steuerung des Datenaustausches befaßt (data transfer control), fehlt ganz. Er bleibt ganz den Endbenutzern (genauer den speziellen Zugriffsmethoden) überlassen.

Level 6 und 7: Diese Level werden durch die

Zugriffsmethoden RBAM, TIAM und DCAM geprägt. Für jede dieser Zugriffsmethoden gibt es eigene Protokolle, die wie bereits erwähnt z.T. Aufgaben der tieferen Level wahrnehmen.

5.2.5 LEISTUNGEN EINES TRANSDATA-NETZES

- Zugriff der Dialogstationen auf TIAM- oder DCAM-Anwendungen eines frei wählbaren Hosts;
- Remote Job Entry zu einem bei der Generierung festgelegten Host (keine Wahlmöglichkeit);
- Kommunikation zwischen DCAM-Anwendungen im gleichen oder in verschiedenen Hosts;
- Kommunikation mit Anwendungen in Kommunikationsrechnern (sogenannte APS-Stationen);
- Administration des Gesamtnetzes (z.B. Aktivierung und Deaktivierung einzelner Netzkomponenten).

5.3 DECNET

5.3.1 DECNET - HARDWARE KOMPONENTEN

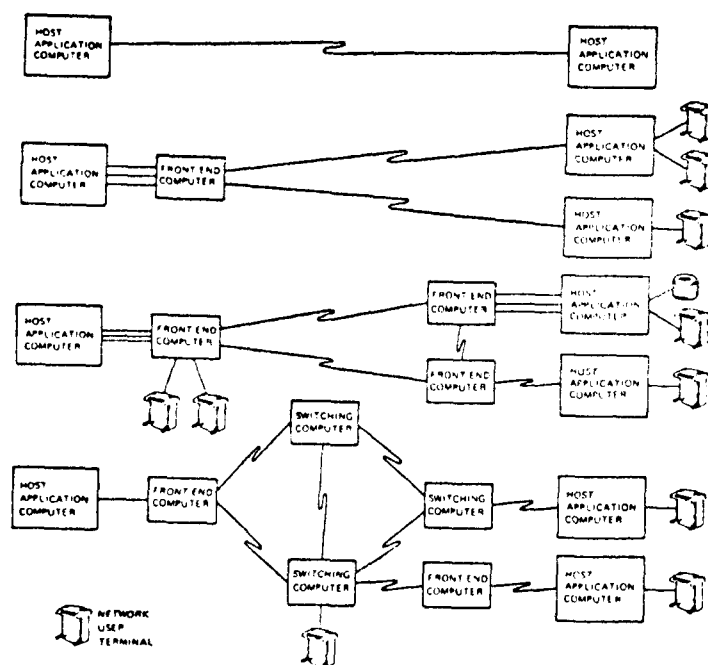
Die Hardwarekomponenten eines DNA-Netzes sind die Rechner (Hosts) der Serien: DECsystem 10/20, VAX, PDP-11, LSI-11,

5.3.2 DECNET - SOFTWARE KOMPONENTEN

Durch die Vielzahl unterschiedlicher DEC-Rechner, die es auf dem Markt gibt, werden auch eine Vielzahl von Betriebssystemen mit ihren zugehörigen Netzwerkversionen und Kontrollprogrammen unterstützt.

5.3.3 MÖGLICHE DECNET - NETZKONFIGURATIONEN

Im DNA-Netz gibt es keine speziellen Kommunikationsrechner und Netzknotenrechner. Je nach auszuführenden Funktionen und Anwendungsprogramm kann derselbe Rechner einmal Host, Terminal-Konzentrator oder Netzknotenrechner sein, je nach logischer Zuordnung und Entwicklungsstand des Netzes (Abbildung 91).



Example DNA topologies.

Abbildung 91: mögliche DECNET-Konfigurationen

5.3.4 DECNET-PROTOKOLLE IM VERGLEICH ZUM ISO-MODELL

Die DNA - Architektur ist aufgeteilt in 5 Schichten gegenüber 7 des ISO Modells. Schichten 1 bis 4 stimmen im wesentlichen mit den ISO - Schichten überein.

Level 1: Kanalkopplungen und Datenfernübertragungsleitungen.

Level 2: Data Link Prozedur DDCMP

- Beim Digital Data Communications Message Protocol werden die "Frames" durch einen Zähler im Header eindeutig gekennzeichnet. Bei SDLC wird kein Zähler sondern ein spezielles Bitmuster zur Kennzeichnung verwendet.
- Frame-Länge ist ein Vielfaches von 8 Bits, bei SDLC beliebig.

Level 3: Transport

- Die Network-Schicht der ISO heißt im DECNET "Transport"-Schicht.
- DECNET stellt in dieser Schicht nur einen "Datagram Service" zur Verfügung. Dies kann zu ähnlichen Problemen führen wie sie im ARPANET untersucht wurden (Schleifenbildung, Duplizieren, Verschwinden).
- Im Routing unterscheidet sich DNA von den anderen Herstellernetzen. Unterschiede SNA-DNA: In beiden Fällen ist das Routing von Paketen statisch in dem Sinne, daß die Information der Routing-Tabelle entnommen wird. Bei SNA ist jedoch die Routing-Tabelle vor der Generierung festzulegen und unveränderlich. Im DNA kann die Routing-Tabelle bei Bedarf an veränderte Umstände adaptiert werden, wobei ein modifizierter "Shortest Path"-Algorithmus verwendet wird. Hier werden jedoch keine dynamisch veränderlichen Parameter (wie z.B. Link-Belastung) berücksichtigt. Ausfälle von Knoten verursachen die automatische Veränderung der Routing-Tabellen, Änderungen bei der Gewichtung der Verbindungen müssen vom Operator manuell durchgeführt werden.

Level 4: Network Services

- In dieser Schicht werden die logischen Verbindungen zum Benutzer aufgebaut und verwaltet (Prüfung der sequence number, flow control, usw.).
- Mit Hilfe dieser Schicht können Programme eines Hosts mit einem anderen Programm in einem anderen Host kommunizieren ohne Rücksicht darauf, wo das Programm angesiedelt ist.
- Das Protokoll für diese Schicht ist das "network service protocol" (NSP).

Level 5: Application

- Es gibt keine Session- und Presentation-Schicht im DECNET.
- Text Compression und Verschlüsselung ist im DECNET nicht vorgesehen.

5.3.5 LEISTUNGEN DES DECNET'S

Die Leistungen eines DECNET's sind nachfolgender Abbildung zu entnehmen.

Task-to-Task	DECNET SYSTEM FUNCTIONS					
	DECnet-11M Version 3.0	DECnet-11S Version 3.0	DECnet-11M -PLUS Version 1.0	DECnet-11S Version 2.0	DECnet-RT Version 1.1	DECnet-VAX Version 1.0
Network ³	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Command Terminal	YES	YES ³	YES	NO	NO	NO
File Transfer	YES	NO	YES	YES	YES	YES
Command/ ¹ Batch File Submission	YES/YES	NO/NO	YES/YES	YES/YES	NO/YES	NO/YES
Command/ Batch File Execution	YES	NO	YES	YES	NO	YES
Remote File Access	YES	YES ²	YES	YES	YES	YES
Down-Line System Loading	YES	NO	YES	YES	NO	YES
Down-Line Task Loading	YES	NO	YES	YES	NO	NO

¹ Commands may be received by this node/commands may be sent by this node.

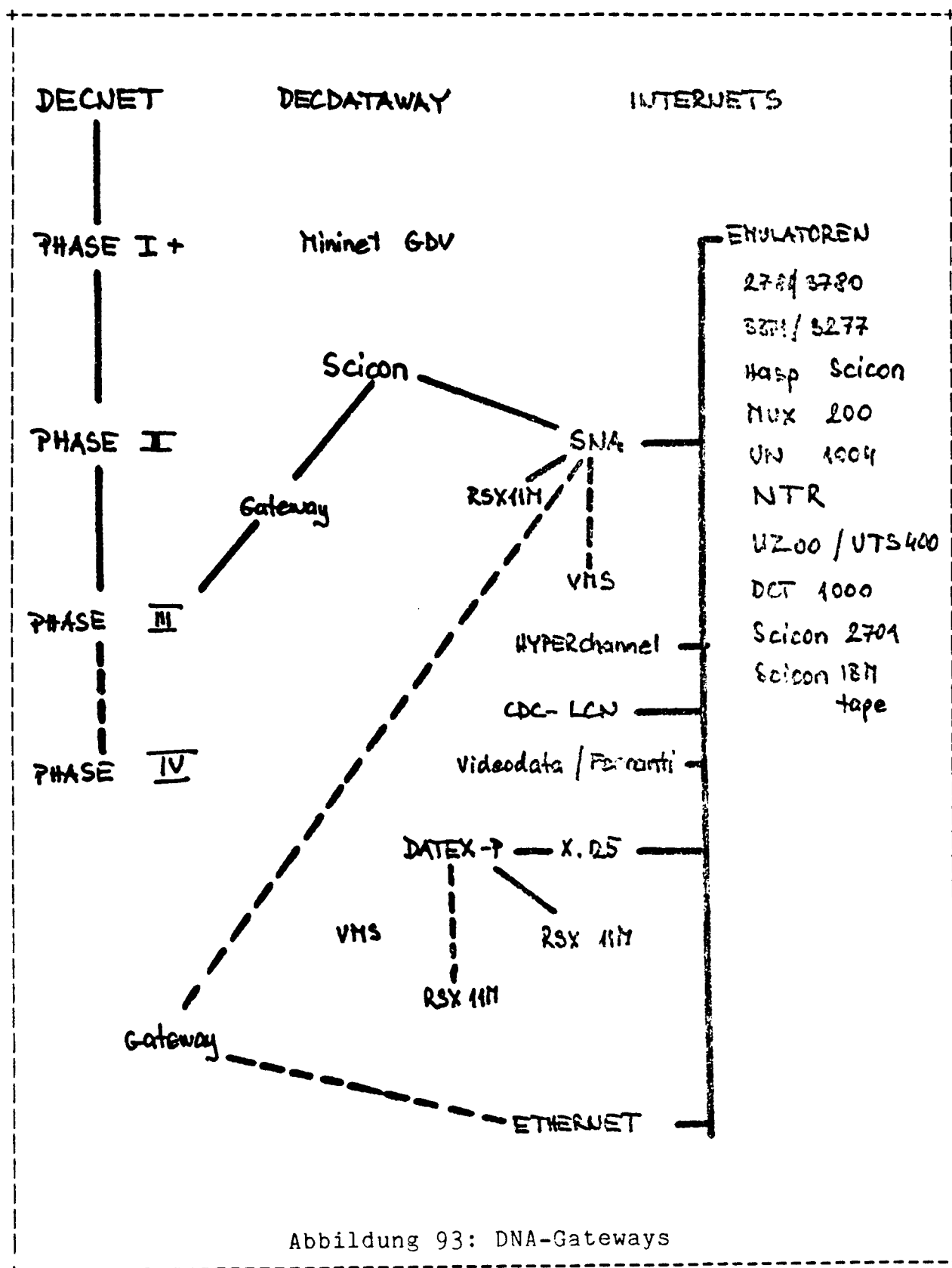
² Offers local users network access to remote file systems. Does not allow users on remote systems to access local files.

³ Terminals on these systems may log onto other DECnet systems of the same type. DECnet-11S does not support connections from remote command terminals, only to 11M/11M-PLUS.

Abbildung 92: DECNET-Leistungen

5.4 GATEWAYS ZU ANDEREN NETZEN

Bei allen 3 vorgestellten Herstellernetzen gibt es eine mehr oder minder große Anzahl von Übergängen zu den Postnetzen, fremden Herstellernetzen und zu LAN's. Die meisten sind im DECNET (Internets) vorhanden oder geplant (siehe Abbildung 93).



Für SNA und TRANSDATA gibt es ein Kopplungssystem mit Namen SNATCH (SNA and TRANSDATA Coupling of Hosts). Das Projekt SNATCH hat zum Ziel, zwei geschlossene Herstellernetzarchitekturen, nämlich SNA von IBM und TRANSDATA von Siemens, durch Verbindung über ein Abbildungssystem zu öffnen. Das Lösungskonzept ist so angelegt, daß später auch weitere Hersteller mit einbezogen werden können. Damit soll ein praktikabler Weg für die Realisierung eines offenen Systems im Sinne des ISO-Referenzmodells aufgezeigt werden (Abbildung 94).

Das Projekt SNATCH wird vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) gefördert. Die Projektleitung liegt bei der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR). Im Rahmen einer Kooperation mit der Siemens AG werden die Arbeiten von einem gemeinsamen Projektteam durchgeführt. Nach umfangreichen Voruntersuchungen in den Jahren 1978/79 startete das Projekt im Januar 1980 und soll im Dezember 1982 abgeschlossen werden.

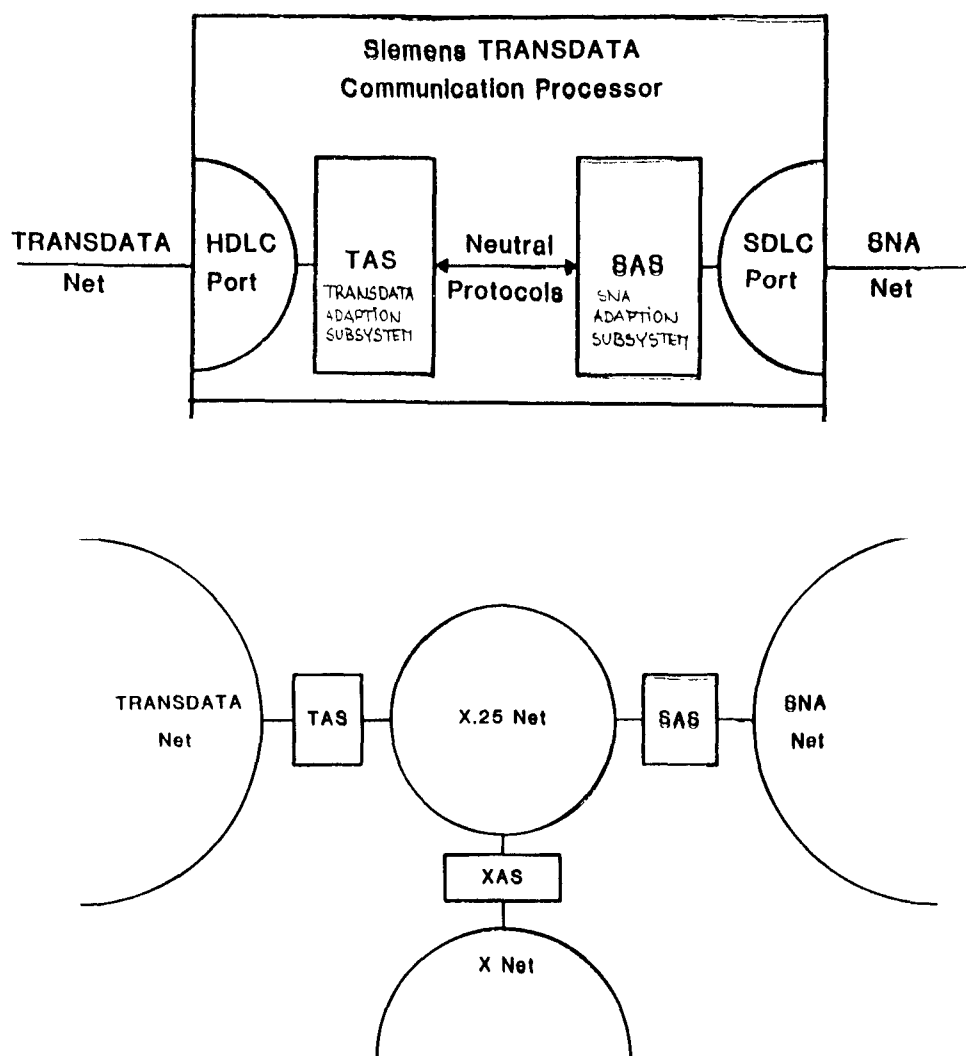


Abbildung 94: das SNATCH-Gateway

6.0 NORMUNGSARBEIT

Die internationale Normungsarbeit für die Kommunikation (offener Systeme) hat zum Ziel, Dateneinrichtungen unterschiedlicher Hersteller zu befähigen, ohne technisch bedingte Beschränkungen miteinander zu kommunizieren.

So wurde im März 1977 von der ISO ein Komitee für "Open Systems Interconnection" (OSI) gegründet, welches die Aufgabe hatte, ein "Referenzmodell" für die Kommunikation offener Systeme zu erstellen (Abbildung 11, Kapitel 2.2.7). Ende 1979 wurde ein Modell, bestehend aus sieben Schichten, vorgestellt, auf dessen Grundlage 10 Normungsprojekte kreiert wurden.

Die Inhalte der einzelnen Schichten und Protokolle wurden schon im Kapitel 2.2.7 vorgestellt. Hier in diesem Kapitel soll nur die Problematik im Konsensbildungsprozeß für die Normung dargestellt werden.

Aufgrund weitverbreiteten ökonomischen Interesses an offenen Systemen gibt es eine Vielzahl von nationalen und internationalen Organisationen, die am meinungsbildenden Prozeß dieses Konzeptes in ihrem Sinne teilhaben wollen. Abbildung 95 zeigt die engen Verknüpfungen der Hersteller- und der Anwenderorganisationen, der Postverwaltungen und der Normungsgremien. Die faktische Dominanz der amerikanischen Produkte, wie sie im traditionellen Kommunikationsbereich besteht, ist bei den offenen Kommunikationssystemen noch nicht gegeben. Potentielle Produzenten solcher offenen Systeme sehen dadurch gegenwärtig weitreichende Entwicklungsmöglichkeiten.

Das Erscheinen einer ISO- oder DIN-Norm bedeutet nun nicht zwangsläufig, daß sie auch angewendet wird. Die Annahme, daß Normen Rechtsverbindlichkeit besitzen, ist ein weit verbreiteter Irrtum. Es bedarf daher der expliziten Willensbildung von Herstellern und Anwendern, Normen anzuwenden, wobei häufig von den Anwendern als Käufern von DV-Komponenten die ursächliche Motivation für die Anwendung ausgehen muß. Letztlich entscheidet somit immer der Markt über die Akzeptanz einer Norm.

6.1 "WHO IS WHO" BEI DER NORMEN-ENTWICKLUNG

Als Grundlage der Beschreibung der Institutionen, die am Normungsprozeß teilhaben (wollen), dient Abbildung 95. Die Angaben wurden zwar nach bestem Wissen und Gewissen zusammengetragen, sind aber mit Sicherheit unvollständig und nicht vorbehaltlos gültig. Jedoch vermitteln sie vielleicht einen Eindruck vom augenblicklichen Geschehen.

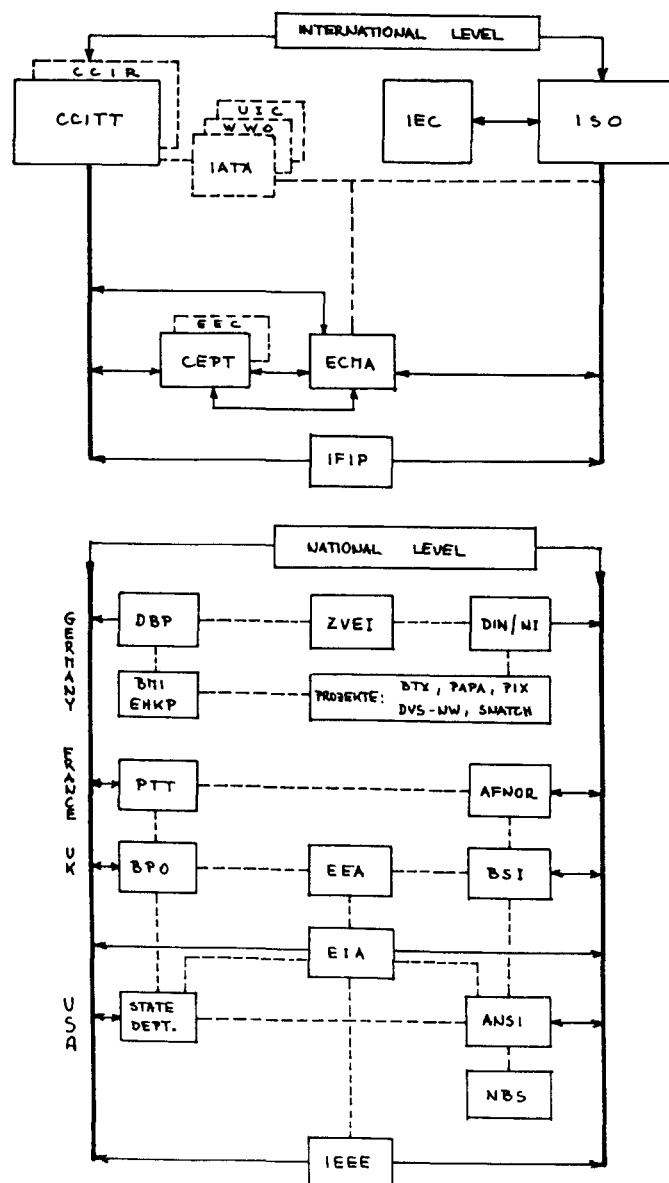


Abbildung 95: Verbindungen unter den Normungsgremien

ISO International Standards Organization

Die "Open System Interconnection" (OSI) Arbeit wird vom Technical Committee (TC) 97 geleitet (über 100 Mitglieder). Die einzelnen Schichten werden vom Sub-Committee (SC) 16 (14 Mitglieder) entwickelt, welche sich wiederum in Work Groups (WG) aufteilen. Mitglieder im ISO sind die nationalen Normungsgremien der meisten europäischen Staaten, der USA, Japan und der UDSSR. Die WG treffen sich alle 6 Monate.

CCITT Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique, ständiges Organ der ITU (PTT).

Die CCITT gibt Empfehlungen, die in ihrem Gewicht Standards gleichkommen. Sie arbeitet eng mit der ISO zusammen, aber ihr Interesse geht nur bis zur Ebene 5 (session layer).

ITU Internationale Fernmeldeunion

PTT Post, Telegraphie, Telefonie
(PTT-Postverwaltungen)

ECMA European Computer Manufacturers Association

ECMA besteht aus 15-20 Mitgliedern von DVA-Herstellern mit Schwerpunkt Europa. Als "non voting member" nimmt ECMA an den Entwicklungen der Standards in der ISO und im CCITT teil. Viele Basisanregungen kommen aus diesem Gremium.

Weitere internationale Gremien, die Einfluß nehmen (wollen) sind :

CEPT Conférence Européenne des Administrations

des Postes et des Télécommunications.
Ziel: Harmonisierung der Verwaltungs- und Betriebsdienste der Postgesellschaften.

CCIR International Radio Consultative Committee

IATA International Air Transport Association

UIC Internationale Eisenbahn-Union in Westeuropa

IEC International Electrotechnical Commission

IEC erarbeitet umfangreiche Empfehlungen in dem Bereich der Elektrotechnik und ist der ISO angegliedert.

EEC European Economic Community (EG)

CEC eine Kommission der EG; gründete Euronet

IFIP International Federation of Information Processing

Nationale Gremien mit Einflußnahme:

Als Beispiel sollen Deutschland und USA dienen.

DEUTSCHLAND:

DBP Deutsche Bundespost, Einflußnahme auf CCITT.

DIN/NI Deutsches Institut für Normung/

Normenausschuß für Informationsverarbeitung.
Mitglied bei ISO.

ZVEI Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie

BMI/EHKP Das Bundesministerium des Innern hat eine

Ad hoc Gruppe gegründet für Einheitliche Höhere
Kommunikationsprotokolle. Vom BMI/BMFT/BPM werden
folgende Projekte unterstützt:

DVS-NW Datenvermittlungssystem Nordrhein
Westfalen (LDS), BTX Bildschirmtext, PAPA Projekt
des Verbandes Deutscher Rechenzentren, PIX Projekt
im Bereich der Wissenschaftlichen Hochschulen,
SNATCH: SNA-TRANSDATA Kopplungssystem.

USA:

ANSI American National Standards Institute

Intensive Mitarbeit bei der ISO.

NBS National Bureau of Standards

NBS untersteht dem US-Department of Commerce. NBS
gibt Standards heraus, die die öffentlichen
Verwaltungen berücksichtigen müssen beim Kauf von
DV-Anlagen. Es arbeitet direkt mit der ANSI/ISO
zusammen.

EIA Electronic Industries Association

Ausarbeitung von EIA-Standards, z.B.
RS-232-C (V.24) RS=Related EIA Standards.
Zusammenarbeit mit CCITT und ISO.

IEEE Institute of Electrical & Electronic Engineers

Ausarbeitung von spez. Standards. Besondere
Bedeutung erlangt bei der Ausarbeitung von
Standards für LAN's IEEE 802.

State Department

Die USA haben keine zentrale Postverwaltung. Im
CCITT nimmt das US State Department die Interessen
der USA wahr.

6.2 ENTSCHEIDUNGSFINDUNG IN DER ISO

Bis zur Erstellung einer internationalen Norm sind bei der ISO 4 Entwicklungsstufen mit 75 Prozent Mehrheit zu durchlaufen (siehe Abbildung 96). Die Zeit, die hierzu benötigt wird, wird von Fachleuten unterschiedlich bewertet. Die Zeitvorstellungen gehen von 5 - 15 Jahren aus.

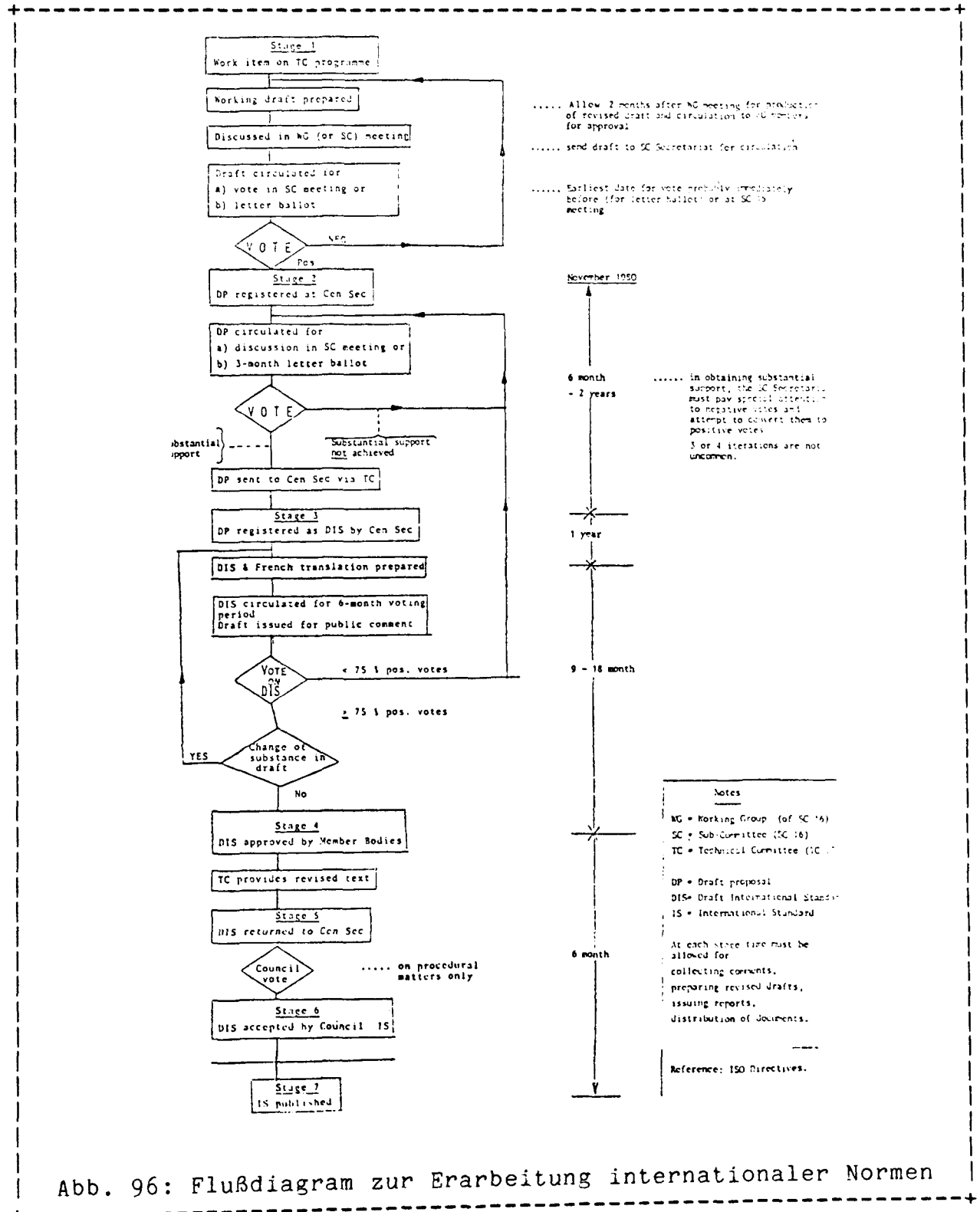


Abb. 96: Flußdiagramm zur Erarbeitung internationaler Normen

Abbildung 97 soll die Problematik der Standardisierungsbestrebungen bei der Implementation von Herstellernetzen zeigen. Es muß noch viel getan werden, wie man sieht, um auf ein offenes System zu kommen.

ISO	ARPANET	SNA	TRANSDATA	DECNET	NETEX	DVS/NW
7 APPLICATION	USER	END USER	END USER	APPLICATION	UTILITIES: - BULK FILE TRF. - N3E - INTERACTIVE FILE ACCE - TERMINAL PASS THRU	Dienstleistungs- PROZEB. - R3E - DATEI TR.F. - INTERAKTIVE ZUSAMMEN - ARBEIT - NACHRICHT
6 PRESENTATION	TELENET, FTP	PRESENTATION AND NETWORK SERVICES	USER SERVICES APPLICATION DEPENDENT	(NSP)		
5 SESSION	(NONE)	DATA FLOW CONTROL TRANSMISSION CONTR. SESSION CONTR.	USER CONNECTION SERVICE	(NONE)	SESSION	
4 TRANSPORT	HOST - HOST	NETWORK CONTR. CONNECTION POINT MANAGER	TRANSPORT CONTROL	NETWORK SERVICES	TRANSPORT	EHK4 (DKN)
3 NETWORK	SOURCE TO DESTINATION IMP	PATH CONTROL	(+ CONNECTION CONTROL)	TRANSPORT	DRIVER	X.25
2 DATA LINK	IMP - IMP	SDLC	HDLC (BALANCED)	DATA LINK CONTROL	HYPERCHANNEL	HDLC
1 PHYSICAL	PHYSICAL	LINES	LINES	PHYSICAL	ADAPTER	X.21 (bis)

Abbildung 97: Vergleich Herstellerkonzepten mit ISO/OSI

6.3 NORMUNGSBESTREBUNGEN FÜR LAN'S

Die Normungsarbeit für "Local Area Networks" in den Ebenen 1 und 2 wird durch Ethernet, welches von DIX (Digital, Intel, Xerox) favorisiert wird, stark beeinflusst. Aber auch IEEE und ECMA versuchen ihre eigenen Konzepte in die ISO einzubringen.

Die Ebenen 3 - 7 werden, wenn sie zum Einsatz kommen, mit großer Wahrscheinlichkeit vom OSI - Referenzmodell übernommen. Hierzu sind aber die Diskussionen noch nicht weit genug fortgeschritten.

LAYER	ISO	IEEE 802	ETHERNET	DATEX-P	TELETEX	BMI/EHKP	PIX
7	APPLICATION				TERMINAL ZUGRIFF		PROCESS
6	PRESENTATION				DA ZUGRIFF S.60	EHKP6	REMOTE DATA ACCESS REMOTE JOB ENTRY VIRTUAL TERMINAL
5	SESSION			X X 2 2 PAD 9 8	S.62 S.60 S.61	EHKP5 (S.62) (ENTWURF)	MESSAGE LINK
4	TRANSPORT (DRAFTPROPOSAL)				S.62	EHKP4 VERABSCHIEDET	TERMINATOR
3	NETWORK			PAKETEBENE X.25	X.21 X.25	X.25	X.25
2	DATA LINK	LOGICAL LINK CONTROL CSMA/CD ACCESS	DATA ENCAPSULATION LINK MANAGEMENT	HDLC	X.75 UNTERMENGE	HDLC	HDLC
1	PHYSICAL	PHYSICAL BASE BASE BASE	DATA ENCODING CHANNEL ACCESS	X.21(BIS)	X.21(BIS)	X.21(BIS)	X.21(BIS)

(CCITT) (CCITT)

Abbildung 98: Eine Auswahl von Normen

7.0 LITERATUR

Während der Vorbereitung der Studie ist eine beträchtliche Sammlung an Literatur zum Thema Lokale Rechnernetze entstanden, die nach Meinung des Autors von allgemeinem Interesse ist. Um die Literatursammlung auch für andere Kollegen zugänglich und verwendbar zu machen, ist dazu eine Datenbank im TSS-Rechner erstellt worden. Dabei sind eine geeignete Datenstruktur und einfache Suchfunktionen konzipiert, das "Retrieval System" LITORG programmiert und die Literaturangaben, Schlüsselworte bzw. Abstracts extrahiert und dann in strukturierter Form eingetragen worden. Die Datenbank LIT.RECHNER.NETZE unter TSS wird ständig erweitert und möglichst "up-to-date" gehalten.

Die Literaturhinweise in der Studie beziehen sich auf die laufende Nummer in der Datenbank, deren Liste in der LAN-Bibliographie 1982 zu finden ist, die als gesonderter Anhang zu dem hier vorliegenden Jül-Spez. erscheint. Aufgrund der Eintragungen über die zitierten Artikel bekommt der Leser Vorabinformationen über die Artikel. Die Artikel selbst sind in der ZAM-Hausbibliothek verfügbar.

Sachverzeichnis der Termini im Fachgebiet Rechnernetze

A

Adaptive

Routing, 48

ADCCP, 38-39

Address

Space, 64

Aloha, 31

Anpassungsebene, 81

Asynchron

Balanced

Mode, 39

Response

Mode, 39

B

Basisband, 20, 22

Baum, 11

BCC, 39

Bidirektionales

Broadcastsystem, 10

Binding, 70

Bitrate, 22

Breitband, 20, 22

Breitbandnetze, 55

Broadcast-Bus-Netze, 54

Broadcast-Subnetz, 35

BSC, 38-39

Bus, 10

C CBX, 56

Choke-Paket, 50

Concatenated

Virtual

Circuits, 69

Congestion

Control, 49

CSMA/CD, 31

D

Daisy-Chaining, 27

Data

Link, 38

Datagram, 47

Service, 45

DCE, 50

DDCMP, 39, 41

Dienstprotokoll, 34

Dispersion, 16

Distributed

Computing, 90

Data

Base, Systems

Operating

System, 90

DLE, 39

Downward

Multiplexing, 65

DTE, 50

E Empty

Paket, 30

Slot, 30

EOT, 39

F

FDMA, 20

Feedback

CSMA/CD, 33

Flat

Address

Space, 65

Flooding, 48

Flow

Control, 50

Form

Mode

Terminal, 82

Frame, 35, 38

Frequenzmultiplexen, 20

G

Gateway, 67

H

HDLC, 38-39

hierarchisches

Routing, 49

Hostprozeß, 35

Hot

Potato

Technique, 48

I I-Frame, 40

IEEE

802, 57

INQ, 39

Internet

Protocol, 67

Internetworking, 67

isarythmische

Methode, 50

ISO

Referenzmodell, 34

ITP, 71

K

Koaxialkabel, 15

Kommunikationseinheit, 34

L

LAPB, 39

Leitungsvermittlung, 23

Lichtleiterkabel, 15

Line

Mode

Terminal, 82

lokales

Netz, 4

M

Masche, 9

Media

Conversion

Gateway, 68

Messagevermittlung, 23

- MLMA, 29

- Multiplexen, 64

- Multiplexverfahren, 18

N

- Network

- Job

- Entry, 86

- non-persistent

- CSMA, 31

- Normal

- Response

- Mode, 39

P

- p-persistent

- CSMA, 31

- Packet

- Discarding, 50

- Routing, 48

- Paketvermittlung, 23

- PARC, 71

- PBX, 56

- Permit-Paket, 50

- Piggybacking, 41

- Polling, 27

- Presentation

- Image, 81

- Processor

- Pool

- Model, 90

- Protocol

Deadlock, 50

Translation

Gateway, 68

Punkt-zu-Punkt-Subnetz, 35

PUP, 71

Q

Quellpuffern, 65

R

Random

Access, 20

Register

Insertion, 30

Relational

Data

Base, Organisation

Remote

Job

Entry, 86

Reservierungsmethode, 29

Resource

Preallocation, 49

Ring, 10

Ring-Netze, 56

Routing, 48

S

S-Frame, 40

Schichtprotokoll, 34

Scroll

Mode

Terminal, 82

SDLC, 38-39

Sequenzsteuerung, 38, 41

Service, 34

Session

 Routing, 48

Sliding

 Window

 Mechanismus, 41

Slotted

 Ethernet, 33

Socket, 64

Source

 Routing, 69

statisches

 Routing, 48

Stern, 10

Sternbus, 17

Sternkoppler, 16

Store

 and

 Forward, 9, 14

STX, 39

Subnetz, 34

T

T-Koppler, 16

TDMA, 20

Terminal

 Emulator, 82

Token, 27-28

Transparenz, 38

Transport-Service, 63

U

unidirektionales

Broadcastsystem, 10

Upward

Multiplexing, 64

User

Server

Model, 90

V

verdrilltes

Kabel, 15

Verstopfungskontrolle, 49

Virtual

Circuit, 46

Service, 45

File, 84

Terminal

Protocol, 82

X

X.25, 50, 52-53

X.75, 69

Z

Zeitmultiplexbetrieb, 20

Zielpuffern, 65

1

1-persistent

CSMA, 31